COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 4 JUIN 1888.

PRÉSIDENCE DE M. JANSSEN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉCANIQUE. — *Sur l'équilibre d'une masse hétérogène en rotation.* Note de M. H. Poincaré.

« Dans une remarquable Thèse présentée il y a un an à la Faculté des Sciences de Paris, M. Hamy a obtenu le résultat suivant :

» Si une masse fluide animée d'un mouvement de rotation est composée de couches de densités différentes, il ne peut pas arriver que les surfaces de séparation de deux couches consécutives soient toutes des ellipsoïdes.

» Pour établir cette proposition, M. Hamy commence par démontrer, à titre de lemme, le théorème suivant :

» *Si toutes les surfaces de séparation étaient des ellipsoïdes, tous ces ellipsoïdes seraient homofocaux.*

» Ce lemme est susceptible d'une généralisation qui peut présenter quelque intérêt, moins peut-être en raison du résultat lui-même que de la méthode qui me l'a fait obtenir, et qui est tout à fait différente de celle de M. Hamy.

» Supposons un noyau solide, dont la densité intérieure ρ varie d'une manière tout à fait quelconque; imaginons que ce noyau soit recouvert de deux couches fluides superposées; la première intérieure, de densité ρ_1, recouvrant entièrement le noyau solide, la seconde extérieure, de densité ρ_2, recouvrant entièrement la première. Tout le système sera animé d'un mouvement de rotation commun. Je dis que, si les surfaces extérieures de ces deux couches fluides sont toutes deux des ellipsoïdes, ces ellipsoïdes seront homofocaux.

» Si j'ai supposé le noyau solide, ce n'est pas que le résultat ne soit encore vrai si ce noyau est fluide en totalité ou en partie. Mais, si le noyau était fluide, sa densité intérieure ne pourrait pas varier d'une façon quelconque et devrait satisfaire aux équations d'équilibre. Je n'ai donc supposé le noyau solide que pour donner au résultat toute sa généralité.

» Soient

x, y et z les coordonnées rectangulaires d'un point quelconque;
ω la vitesse de rotation;
r la distance du point (x, y, z) à l'axe de rotation.

» Soient E_2 l'ellipsoïde qui limite extérieurement la deuxième couche fluide et par conséquent tout le système et E_1 l'ellipsoïde qui sépare la première couche fluide de la seconde.

» Soient λ, μ, ν les coordonnées elliptiques d'un point de l'espace par rapport à l'ellipsoïde E_1; λ', μ', ν' les coordonnées elliptiques de ce même point par rapport à l'ellipsoïde E_2.

» Le potentiel newtonien total du système se composera :

» 1° Du potentiel de l'ellipsoïde E_2 (supposé plein, homogène et de densité ρ_2) : nous l'appellerons V_2;

» 2° Du potentiel d'une couche comprise entre l'ellipsoïde E_1 et la surface du noyau solide avec la densité $\rho_1 - \rho_2$;

» 3° Du potentiel d'une matière attirante remplissant le noyau solide avec la densité variable $\rho - \rho_2$.

» Nous appellerons V_1 la somme des deux dernières parties, de sorte que le potentiel total sera égal à $V_1 + V_2$.

» On doit remarquer que la fonction V_1 à l'intérieur de E_1 n'est pas la

continuation analytique de la fonction V_1 à l'extérieur de E_1 ; de même V_2 est représenté par deux fonctions analytiques différentes à l'intérieur et à l'extérieur de E_2.

» L'équation d'équilibre s'écrit

$$V_1 + V_2 + \frac{\omega^2 r^2}{2} = \text{const.},$$

et elle doit être satisfaite (avec deux valeurs différentes de la constante) à la surface de E_1 et à celle de E_2.

» La fonction $\frac{\omega^2 r^2}{2}$ est un polynôme du second degré x, y, z ; la fonction V_2 est égale aussi à un polynôme du second degré en x, y, z à l'intérieur et à la surface de E_2.

» Nous devons conclure que V_1 se réduit à un polynôme du second degré en x, y, z à la surface de E_1 et un autre polynôme du second degré en x, y, z à la surface de E_2.

» En partant de l'ellipsoïde E_1 et des coordonnées elliptiques λ, μ, ν, on peut former une suite indéfinie de fonctions de Lamé

$$R_0, \quad R_1, \quad \ldots, \quad R_n;$$

R_n sera un polynôme en λ, $\sqrt{\lambda^2 - b^2}$, $\sqrt{\lambda^2 - c^2}$ (b^2 et c^2 conservant le sens habituel donné à ces notations dans la théorie des fonctions de Lamé). A R_n correspondront deux fonctions conjuguées M_n et N_n obtenues en remplaçant, dans R_n, λ par μ et par ν, et la fonction

$$S_n = R_n \int_\lambda^\infty \frac{d\lambda}{R_n^2 \sqrt{(\lambda^2 - b^2)(\lambda^2 - c^2)}}.$$

» Il y a une seule fonction de Lamé de degré 0 qui est $R_n = 1$: nous lui donnerons l'indice 0; il y en a trois de degré 1 : nous leur donnerons les indices 1, 2, 3; il y en a cinq de degré 2 : nous leur donnerons les indices 4, 5, 6, 7, 8.

» Avec l'ellipsoïde E_2 et les coordonnées elliptiques λ', μ', ν', on formera de même les fonctions de Lamé R'_n, M'_n, N'_n, S'_n.

» De ce que V_1 est égal à la surface de E_1 à un polynôme du second degré en x, y, z, on conclut qu'on a à l'extérieur de E_1

$$V_1 = \sum_{n=0}^{n=8} A_n S_n M_n N_n,$$

les A_n étant des coefficients constants.

» De même, V_1 étant encore égal à un polynôme du second degré à la surface E_2, on devra avoir à l'extérieur de E_2

$$V_1 = \sum_{n=0}^{n=8} A'_n S'_n M'_n N'_n,$$

les A' étant de nouveaux coefficients constants.

» On a donc l'identité

$$(1) \qquad \sum_{n=0}^{n=8} A_n S_n M_n N_n = \sum_{n=0}^{n=8} A'_n S'_n M'_n N'_n,$$

et c'est cette identité qui ne peut avoir lieu que si E_1 et E_2 sont homofocaux. A vrai dire, l'identité (1) n'est démontrée que pour les valeurs réelles de x, y et z, et quand le point (x, y, z) est extérieur à E_2. Mais, quand deux fonctions analytiques sont identiques tout le long d'une ligne continue, elles restent identiques pour toutes les valeurs réelles et imaginaires des variables. L'identité (1) ne souffre donc aucune exception.

» Cela posé, observons que le premier membre de (1) n'est pas une fonction uniforme de x, y et z, mais qu'il admet une infinité de valeurs, lesquelles s'échangent entre elles quand le point (x, y, z) appartient à la développable circonscrite aux ellipsoïdes homofocaux à E_1.

» De même, le second membre de (1) admettra une infinité de valeurs qui s'échangeront entre elles quand le point (x, y, z) appartiendra à la développable circonscrite aux ellipsoïdes homofocaux à E_2.

» Mais, les deux membres de (1) devant être identiques, ces deux développables devront coïncider, ce qui prouve que E_1 et E_2 sont homofocaux.

C. Q. F. D.

» Une question se pose alors naturellement. Est-il possible d'imaginer à l'intérieur du noyau solide une distribution de la densité telle que les deux couches fluides prennent effectivement la forme de deux ellipsoïdes homofocaux? La réponse doit être affirmative.

» Le résultat obtenu dans cette Note peut être généralisé de la façon suivante. Si un noyau solide quelconque est recouvert de n couches fluides superposées, et que tout le système soit animé d'un mouvement de rotation commun, si la surface extérieure de la dernière couche fluide ainsi que les surfaces de séparation de deux couches fluides consécutives sont toutes des ellipsoïdes, tous ces ellipsoïdes sont homofocaux. »

OPTIQUE. — *Sur l'arc-en-ciel;* par M. **Mascart.**

« La Note intéressante présentée à l'Académie par M. Boitel dans la dernière séance sur les arcs surnuméraires de l'arc-en-ciel m'engage à publier dès à présent les principaux résultats des expériences que j'avais entreprises sur cette question.

» D'après la théorie d'Airy, l'amplitude de la vibration diffractée par une goutte d'eau dans une direction déterminée est représentée, à un facteur constant près, par l'intégrale

$$u = \int_0^\infty \cos(x^3 - mx)\,dx,$$

dans laquelle la quantité m est sensiblement proportionnelle à la déviation comptée à partir de la direction d'origine qui correspondrait à la théorie de Descartes. En réalité, l'intégrale d'Airy convient plutôt au cas d'une baguette cylindrique éclairée normalement à l'axe. Notre Confrère M. Poincaré a eu l'obligeance de m'en indiquer deux solutions, dont la suivante est très simple et d'autant plus approchée qu'elle s'applique à des déviations plus grandes, c'est-à-dire à des valeurs de m plus élevées,

$$u = \frac{\alpha}{\sqrt{m}} \cos\left(\frac{m^{\frac{3}{2}}\sqrt{2}}{3} + \beta\pi\right),$$

les quantités α et β étant deux constantes.

» Les minima d'intensité nulle sont déterminés par la condition

$$\frac{m^{\frac{3}{2}}\sqrt{2}}{3} + \beta\pi = p\pi$$

ou

$$m = \left(\frac{3\pi}{\sqrt{2}}\right)^{\frac{2}{3}} (p - \beta)^{\frac{2}{3}}.$$

» La constante β peut être déterminée par le calcul; l'expérience m'a montré qu'elle est sensiblement égale à $\frac{1}{4}$. La déviation des minima est donc une expression de la forme

$$\theta_p = \mathrm{A}\left(p - \tfrac{1}{4}\right)^{\frac{2}{3}},$$

qu'il est intéressant de comparer avec la loi approchée des minima de diffraction par un écran à bord rectiligne.

» Comme il n'existe pas de repère dans le phénomène qui permette de rapporter directement les déviations à la direction d'origine, on peut vérifier la formule par la comparaison des minima successifs.

» On constate, en effet, que la loi de distribution des franges est la même dans le premier et dans le deuxième arc et qu'elle est indépendante de la longueur d'onde.

» Avec une tige de verre, j'ai pu observer jusqu'à 200 franges et mesurer exactement les 100 premières. Voici, par exemple, les résultats obtenus pour le deuxième arc et une lumière rouge voisine de la raie C :

Ordre du minimum.	$\theta_n - \theta_1$ obs.	$\theta_n - \theta_1$ calc.	Obs. — Calc.
5	61',4	61,0	+ 0,4
10	114,1	114,1	0
20	199,0	197,8	+ 1,2
30	269,0	267,7	+ 1,3
40	331,1	330,2	+ 0,9
50	388,9	387,5	+ 1,4
60	442,5	441,2	+ 1,3
80	540,8	540,0	+ 0,8
100	631,0	»	»

» Comme l'observation du premier minimum est la plus incertaine et celle pour laquelle la formule approchée convient le moins, on voit que les différences restent de même ordre que les erreurs de lecture, même pour des angles qui dépassent 10°.

» Les maxima étant sensiblement intermédiaires aux minima pour les franges d'ordre élevé, les déviations correspondantes seront

$$\theta' = A\left(p + \tfrac{1}{4}\right)^{\frac{2}{3}},$$

et les intensités proportionnelles à $\frac{1}{m}$ ou à $\left(p + \frac{1}{4}\right)^{-\frac{2}{3}}$.

» L'ensemble des phénomènes relatifs aux différentes couleurs, quand on opère avec la lumière blanche, donne lieu à une circonstance très remarquable. La direction d'origine varie avec la longueur d'onde, en même temps que la distance des franges successives, de sorte que les franges de la lumière verte, par exemple, sont superposées à des franges rouges d'ordre plus élevé; il se trouve alors que, dans une certaine

région, les deux systèmes ont sensiblement le même écart et montrent un grand nombre de franges colorées dont l'aspect se modifie très lentement. L'apparence est la même que si l'on observait au travers d'un prisme de dispersion convenable un ensemble de systèmes qui auraient la même origine, et le nombre des franges visibles à la lumière blanche devient beaucoup plus grand, pendant que les premières sont plus ou moins troublées. C'est un effet analogue à celui que M. Cornu a constaté pour la production de la frange achromatique dans les phénomènes d'interférence.

» Avec la tige citée plus haut, par exemple, les 20 franges de 6 à 26, relatives à une lumière verte voisine de la raie *b*, sont très sensiblement superposées aux 20 franges de 10 à 30 relatives à la lumière rouge.

» L'ordre des franges visibles à la lumière blanche croît avec le diamètre de la tige et dépend de la dispersion du milieu. Le même phénomène se reproduit dans l'arc-en-ciel naturel, où l'on aperçoit souvent une série de bandes alternativement rouges et vertes à une distance notable de l'arc principal. Ces bandes ne sont régulières que si le diamètre moyen des gouttes de pluie qui les produisent varie très peu, et leur ordre permet de déterminer le diamètre des gouttes par une méthode beaucoup plus sûre que par la hauteur apparente de l'eau, puisqu'elle n'exige aucune mesure angulaire.

» Il reste encore plusieurs points à élucider; mais j'en laisserai le soin à M. Boitel, qui a, de son côté, entrepris l'étude du phénomène. »

PHYSIOLOGIE. — *Recherches expérimentales montrant que, sous l'influence de la gravitation, les centres appelés* moteurs *et les autres parties d'une moitié de l'encéphale peuvent déterminer des mouvements dans chacune des moitiés du corps.* Note de M. **Brown-Séquard**.

« I. Un grand nombre de fois depuis dix-huit mois, j'ai été témoin de faits qui montrent qu'une même partie de l'encéphale peut, sous l'influence d'une excitation, donner lieu à des mouvements d'un côté ou de l'autre du corps, suivant la position de la tête. Ainsi, par exemple, la portion de la surface cérébrale que l'on appelle *zone motrice corticale*, et qui devrait, d'après les doctrines ayant cours aujourd'hui, ne donner lieu qu'à des mouvements des membres du côté opposé à celui de l'irritation, peut, suivant la position de la tête, faire mouvoir un ou deux membres, soit à gauche, soit à droite. Ce fait est absolument contraire aux doctrines reçues

et il est tout à fait en harmonie avec l'opinion que j'ai soutenue à l'Académie dans plusieurs Communications que j'ai eu l'honneur de lui faire ([1]).

» Je vais d'abord rapporter quelques-uns des faits que j'ai observés; j'en discuterai ensuite la signification.

» *Expérience I.* — Sur un lapin adulte, vigoureux, on met à nu la zone motrice corticale, aux deux côtés du cerveau. On galvanise, à l'aide d'un courant peu fort de l'appareil à chariot de Dubois-Reymond, la zone motrice corticale *gauche*, le corps et la tête de l'animal reposant sur leur côté *gauche*, sur la table. Les mouvements classiques des membres du côté opposé, c'est-à-dire *à droite*, se produisent. On retourne le lapin et l'on fait reposer sur la table le côté *droit* du corps et de la tête. On galvanise alors, avec le même courant, la même partie de la zone motrice corticale du même côté que précédemment (le *gauche*). Cette fois, ce sont les membres *gauches* qui se meuvent. On change à plusieurs reprises la position de l'animal et l'on constate que toujours sous l'influence d'un même courant appliqué au même point, *à gauche*, ce sont les membres *droits* qui se meuvent quand la tête a son côté *gauche* sur la table, tandis que ce sont les membres *gauches* quand la tête repose sur son côté *droit*.

» On applique ensuite la galvanisation à la zone motrice corticale *droite*. La tête ayant son côté *droit* sur la table, les mouvements ordinaires des membres *gauches* se produisent. On la met sur le côté *gauche* et l'on voit apparaître à chaque galvanisation des mouvements du membre antérieur *gauche* et du postérieur *droit* (bipède diagonal *gauche*). Ces deux effets différents d'une même excitation se reproduisent aussi souvent qu'on change la position de la tête.

» *Expérience II.* — Sur un lapin adulte, vigoureux, la surface du cerveau dans son tiers supérieur et sa moitié antérieure étant à nu, on galvanise la zone motrice corticale *droite*. Des mouvements se produisent au membre antérieur *gauche* et au postérieur *droit* (bipède diagonal *gauche*). On remarque que l'animal est alors tenu sur le flanc *gauche* (tête et tronc). On le tourne et on le place sur le côté *droit*. En galvanisant ensuite la même partie que précédemment, avec le même courant et au même endroit, encore *à droite*, on produit des mouvements dans le membre antérieur droit et le postérieur gauche (bipède diagonal *droit*), juste l'inverse de ce qu'on avait vu auparavant. On replace l'animal sur le flanc *gauche* et l'on obtient de nouveau, par la galvanisation de la même partie, l'effet produit en commençant l'expérience : mouvements du membre antérieur *gauche* et du postérieur *droit* (bipède diagonal *gauche*). J'ai fait un grand nombre de fois changer la position du lapin, et invariablement, quand il était sur le flanc *gauche*, on observait un mouvement bipède diagonal *gauche*, et quand il était sur le flanc *droit* il y avait un mouvement bipède diagonal *droit*, la cause excitatrice étant dans les deux cas absolument la même et appliquée au même lieu, *à droite*.

» La galvanisation de la zone motrice corticale *gauche* n'a pas été influencée par

---

([1]) Voir surtout mes Notes sur la *Dualité du cerveau et de la moelle épinière* (*Comptes rendus*, 17 octobre et 7 novembre 1887).

les changements d'attitude de la tête et n'a produit que les mouvements croisés ordinaires.

» *Expérience III.* — Sur un gros et vigoureux lapin, on coupe (ainsi que l'a montré l'autopsie), toute la moitié latérale *droite* du bulbe rachidien, à l'exception de la pyramide antérieure. On galvanise ensuite la zone motrice corticale, d'abord *à droite.*

» L'animal étant sur le flanc *gauche,* il y a des mouvements très forts du membre postérieur *droit* (côté de la lésion bulbaire et aussi de l'irritation galvanique); il y a aussi un léger mouvement des deux membres antérieurs. On place le lapin sur le flanc *droit* et l'on galvanise les mêmes points, toujours *à droite :* le membre postérieur *gauche* se meut fortement, l'antérieur *gauche* un peu moins et l'antérieur *droit* très faiblement. Quelques minutes après, à plusieurs reprises, on galvanise de nouveau les mêmes points *à droite* et l'on voit que les deux membres *droits* se meuvent seuls lorsque l'animal est sur le flanc *gauche,* et les deux membres *gauches,* seuls aussi, lorsqu'il est sur le flanc *droit.*

» La galvanisation de la zone corticale *gauche* a aussi donné des effets très différents suivant la position de la tête : quand on l'inclinait de façon que son côté *droit* fût parallèle au plan de la table, il y avait un mouvement des deux membres *gauches,* surtout de l'antérieur; quand, au contraire, c'était le côté *gauche* qui regardait la table, il y avait un mouvement bipède *diagonal gauche,* fort surtout au membre postérieur *droit.*

» *Expérience IV.* — Sur un fort lapin adulte ayant eu une section de toute la moitié *droite* du bulbe rachidien et d'une partie de la pyramide antérieure *gauche,* près du pont de Varole (l'autopsie a montré que telles étaient les lésions), on galvanise la zone motrice corticale *droite.* L'animal étant tenu sur le côté *gauche* (tête et tronc), il y a un mouvement du membre antérieur *gauche.* On le met sur le côté *droit* et l'on galvanise le même point, toujours *à droite :* c'est le membre antérieur *droit* qui se meut.

Il n'en est pas ainsi quand on galvanise la zone motrice *gauche :* quelle que soit la position de la tête, c'est toujours le membre antérieur *droit* qui se meut.

» *Expérience V.* — Sur un gros lapin, on réussit à faire (ainsi que l'a montré l'autopsie) la section complète des deux pyramides antérieures. On galvanise la zone motrice corticale, *à droite,* et l'on voit se mouvoir les membres *gauches* lorsque l'animal est sur le flanc *droit,* et les membres *droits* lorsqu'il est sur le flanc *gauche.*

La galvanisation de la zone motrice *gauche* a donné des résultats un peu différents : l'animal étant sur le flanc *droit,* il y a eu des mouvements dans le membre antérieur *droit* et le postérieur *gauche;* lorsqu'il était sur le flanc *gauche,* il y a eu des mouvements dans les deux membres *gauches,* surtout dans l'antérieur.

» Les différences radicales qui ont été observées dans ces expériences, suivant la position de la tête de l'animal, dépendaient entièrement de cette position. En effet, tout, à part cette circonstance, était identique dans chacun des cas : force du courant, écartement des électrodes, partie et côté du cerveau où se faisait l'excitation, etc. C'est donc bien à un changement dépendant de la gravitation qu'étaient dues les différences observées.

Il est clair — et c'est là le point le plus intéressant de ce travail — que la zone motrice de chaque côté du cerveau a la puissance de produire des mouvements dans les quatre membres et non, comme on le croyait, seulement dans ceux du côté opposé à celui de l'irritation. Suivant les circonstances, il y a des mouvements d'un seul ou des deux membres, tantôt du côté opposé, tantôt du côté correspondant. Dans d'autres cas, les mouvements produits ont lieu dans deux membres dont un du côté correspondant, l'autre du côté opposé à celui de l'irritation.

» Je dois faire remarquer que l'étude des réactions produites par l'irritation galvanique de la zone motrice corticale du cerveau chez le lapin, indépendamment de l'influence de la gravitation que je signale aujourd'hui, montre clairement que cette partie, soit à droite, soit à gauche, peut déterminer des mouvements dans chacun des quatre membres. En multipliant les expériences comme je l'ai fait depuis dix-huit ans, j'ai pu constater : 1° que, chez certains individus, les mouvements n'ont jamais lieu que dans un seul membre quel que soit le point de la zone motrice qu'on irrite; 2° que, chez d'autres, les deux membres du côté opposé sont mis en mouvement quel que soit le point irrité; 3° que des mouvements d'un seul ou des deux membres du côté correspondant à l'irritation peuvent avoir lieu quelle que soit la partie de la zone qu'on irrite; 4° qu'un mouvement *bipède diagonal* peut aussi se montrer quel que soit le point irrité, et que ce sont le membre antérieur du côté opposé et le postérieur du côté correspondant qui en sont le siège, ou que c'est l'inverse.

» Ces faits sont déjà décisifs contre les théories reçues. J'y ai ajouté depuis longtemps des preuves d'un autre ordre, en montrant que toute lésion, soit d'un nerf, soit de la moelle épinière, soit de la base de l'encéphale, peut non seulement déterminer des changements dans l'énergie d'action de la zone motrice, augmentant cette puissance du côté correspondant, la diminuant du côté opposé, mais aussi changer le type des mouvements que produisait la zone motrice avant la lésion. J'ai fait savoir qu'une zone motrice qui agissait d'une manière normale avant toute lésion pouvait ne plus causer qu'un mouvement du côté correspondant à l'irritation ou un mouvement bipède diagonal après une lésion d'un nerf, de la moelle épinière ou de la base de l'encéphale. Aujourd'hui, les faits que je rapporte montrent que la gravitation, qu'il y ait eu ou non des lésions à la base de l'encéphale, peut changer plus ou moins complètement les manifestations motrices dues à la galvanisation de la zone motrice.

» Bien qu'il ne puisse pas y avoir le moindre doute à l'égard de la cause qui, dans les expériences que j'ai rapportées, modifiait d'une manière si notable l'effet produit, par la galvanisation d'un même point de la surface cérébrale, il importe de dire qu'une autre cause, agissant comme la gravitation, ne produit que rarement une influence analogue. Je veux parler de la section du nerf grand sympathique cervical, qui amène, comme la gravitation, un changement dans la quantité de sang d'une moitié du cerveau. Je n'ai vu que deux fois, sur un grand nombre d'expériences, la moitié du cerveau où la quantité de sang était augmentée comme conséquence de la section de ce nerf produire des mouvements dans d'autres membres que ceux qui étaient mus par l'irritation de la zone corticale avant cette section. Mais la gravitation, elle aussi, ne produit pas toujours les effets que j'ai signalés, puisque je n'ai observé ces effets que chez neuf animaux sur une trentaine mis en expérience à cet égard. Je dois dire aussi que quelquefois l'influence de la gravitation est nulle chez un animal pour un côté du cerveau, alors qu'elle existe pour l'autre (voir ci-dessus, *Exp. II*).

» Ce n'est pas seulement la zone corticale qui est modifiée par la gravitation : l'encéphale tout entier peut changer aussi d'une manière très notable. Ainsi, chez les cinq lapins dont j'ai donné l'histoire et chez plusieurs autres, j'ai constaté que les mouvements qui avaient lieu dans les membres d'un côté, après l'irritation galvanique ou mécanique d'un même point de la capsule interne ou de la base de l'encéphale, avaient lieu dans ceux de l'autre côté, quand on changeait la position de la tête.

» Je me suis demandé si la position du tronc participait à un degré quelconque aux changements observés dans les expériences que j'ai rapportées. J'ai constaté que tout dépend de la position de la tête : en effet, le corps étant tenu dans l'attitude ordinaire, les pieds sur une table et le dos en l'air, les mouvements variaient avec les changements de position de la tête seule.

» Dans l'une des expériences que j'ai rapportées (la dernière), on peut voir que les deux pyramides antérieures étaient entièrement coupées et que, cependant, l'action de la zone motrice corticale sur les membres persistait, et même à un très notable degré. Je saisis cette occasion pour dire que nombre de fois, chez des lapins, des chiens et des cobayes, je me suis assuré que, malgré la section complète de ces deux pyramides, non seulement les parties qu'on appelle *centres moteurs*, mais aussi la couronne radiée motrice, la capsule interne et les diverses parties de la base de l'encé-

phale au-dessus ou en avant de la section ont continué de donner lieu, sous l'influence d'excitations galvaniques ou mécaniques, aux mêmes mouvements que l'on obtient alors que le bulbe rachidien est intact. Il est donc certain que les pyramides antérieures ne sont aucunement nécessaires à la transmission des incitations nerveuses motrices provenant d'une partie quelconque de l'encéphale.

» II. Ce n'est pas seulement par les changements dont j'ai parlé jusqu'ici et qui concernent le côté où se produit un mouvement que la gravitation peut agir sur l'encéphale : elle peut aussi déterminer des effets d'ordres très différents. Ainsi, sur un chien qui avait eu la section de la moitié *droite* du cerveau et qui, par suite, avait une contracture intense des deux membres antérieurs, j'ai vu, un grand nombre de fois, disparaître ou réapparaître cette rigidité, toutes les fois que je changeais la position de la tête de l'animal. Lorsque le côté *droit* de la face et de la tête reposait sur la table, les deux membres antérieurs étaient rigides, dans l'extension; lorsqu'on tournait la tête et qu'on la faisait reposer sur le côté *gauche*, la raideur cessait complètement et était remplacée par de l'agitation. La section du tronc nerveux mixte vago-sympathique, *à gauche*, en produisant une hyperhémie du cerveau *gauche* et diminuant par là la congestion du cerveau *droit*, fit disparaître en grande partie les différences que produisaient jusqu'alors les deux positions de la tête [1]. »

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur l'élimination par les urines, dans les maladies infectieuses, de matières solubles, morbifiques et vaccinantes;* par M. **Bouchard**.

« J'ai démontré, en novembre 1884, que, si l'on injecte au lapin les urines filtrées de l'homme cholérique, on détermine une intoxication spéciale absolument différente de l'empoisonnement par l'urine normale, et qui reproduit les symptômes caractéristiques du choléra : cyanose, algidité, crampes, diarrhée analogue à la purée cholérique, desquamation de l'intestin grêle, accumulation dans la vésicule biliaire de la bile qui ne s'écoule plus dans l'intestin, albuminurie graduellement croissante, anurie, urémie, et mort après trois ou quatre jours de maladie.

---

[1] Voir les détails de cette expérience et d'autres faits analogues dans les *Comptes rendus de la Soc. de Biologie*, p. 608; 1887.

» Je puis établir aujourd'hui, pour une autre maladie infectieuse, la *maladie pyocyanique,* que les urines des animaux infectés emportent non seulement des poisons solubles, capables de reproduire chez les animaux sains quelques-uns des symptômes de la maladie infectieuse, mais même la matière vaccinante soluble, qui se montre capable de rendre les animaux auxquels on injecte ces urines réfractaires à l'inoculation ultérieure de l'organisme pathogène.

» Les urines d'une série d'animaux successivement inoculés avec le bacille pyocyanique ont été recueillies chaque jour, filtrées au filtre de porcelaine, et les essais de culture ont établi chaque fois qu'aucun microbe n'avait passé à travers le filtre. Cette urine ainsi dépouillée d'organismes pathogènes a été, tous les deux jours, injectée à la dose moyenne de 30^{cc} sous la peau de lapins sains. Trois lapins ont reçu ainsi 205^{cc}, 145^{cc} et 140^{cc} d'urine.

» Les deux premiers lapins ont présenté, au bout de douze à quinze jours, une paralysie des membres postérieurs, telle qu'on l'observe chez les animaux inoculés sous la peau avec le microbe pyocyanique ou chez lesquels on injecte sous la peau la culture filtrée débarrassée de ses microbes.

» Le premier animal est mort par suite d'un accident. Les deux derniers ont été inoculés par la voie intra-veineuse : l'un avec $1^{cc},2$, l'autre avec 1^{cc} de culture de bacille pyocyanique. Pour chacune de ces deux inoculations, des témoins ont été inoculés de la même façon et aux mêmes doses avec la même culture puisée au même instant. Les témoins ont succombé après vingt-sept heures, vingt-huit heures et vingt-deux heures. Les deux animaux préalablement injectés avec l'urine sont actuellement encore bien portants.

» Des animaux préalablement injectés avec des urines normales n'ont acquis aucune immunité.

» Ces expériences prouvent que les matières solubles, morbifiques ou vaccinantes peuvent être fabriquées par les microbes dans le corps des animaux infectés comme elles le sont *in vitro;* que ces matières solubles ne restent pas indéfiniment dans le corps des animaux infectés, mais qu'elles sont capables de s'éliminer en partie au moins par la sécrétion urinaire. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Quelques remarques relativement à la représentation de nombres irrationnels au moyen des fractions continues;* par M. **Hugo Gyldén**. (Extrait d'une Lettre adressée à M. Ch. Hermite.)

« Si l'on a représenté un nombre quelconque irrationnel μ dont la valeur tombe entre o et 1 par la fraction continue

$$\mu = \cfrac{1}{a_1 + \cfrac{1}{a_2 + \ldots}},$$

on trouvera ordinairement des valeurs peu considérables des entiers a_1, a_2, ... Étant convaincu de ce fait par expérience, on est amené à poser les questions : *Est-ce qu'il existe une valeur probable ou moyenne des entiers a_1, a_2, ... et, dans ce cas, laquelle?* ou bien : *Quelle est la probabilité qu'on trouvera parmi les a une valeur déterminée, le nombre μ étant toujours pris par hasard?* Dans les pages suivantes, je me permettrai d'aborder les questions signalées, sinon d'une manière parfaitement rigoureuse, du moins de telle façon que les résultats obtenus par l'analyse se trouveront sensiblement vérifiés par l'expérience.

» Soient, en désignant par s_1, s_2, ..., s'_1, s'_2, ... des entiers,

$$\frac{s_1}{s'_1}, \quad \frac{s_2}{s'_2}, \quad \ldots$$

les réduites consécutives de la fraction continue dont il s'agit, de sorte que

$$\frac{s_m}{s'_m} - \mu = (-1)^m \frac{1}{s'_m s'_{m+1}} \left(1 - \frac{s'_m}{s'_{m+2}} + \frac{s'_m s'_{m+1}}{s'_{m+2} s'_{m+3}} - \ldots\right);$$

si l'on pose

$$\vartheta_m = 1 - \frac{s'_m}{s'_{m+2}} + \frac{s'_m s'_{m+1}}{s'_{m+2} s'_{m+3}} - \ldots,$$

on a ainsi

$$\frac{s_m}{s'_m} - \mu = (-1)^m \frac{\vartheta_m}{s'_m s'_{m+1}}.$$

» En observant les relations connues

$$s_{m+1} = a_{m+1} s_m + s_{m-1}, \qquad s'_{m+1} = a_{m+1} s'_m + s_{m-1},$$

on remarquera aisément que la valeur maximum de la différence

$$2\lambda_m = s_m - s'_m\mu$$

est exprimée au moyen de la formule

$$2\lambda_m = \frac{1}{s'_m + s'_{m-1}},$$

abstraction faite du signe, tandis que la valeur minimum de $2\lambda_m$ s'égale à zéro. La différence $2\lambda_m$ acquiert la valeur maximum si

$$a_{m+1} = 1; \qquad a_{m+2} = \infty;$$

de l'autre côté, si

$$a_{m+1} = \infty,$$

la différence $2\lambda_m$ disparaîtra.

» Ayant supposé la valeur de μ tout à fait arbitraire, entièrement indépendante des conditions données relativement à la nature de l'irrationnalité et telle qu'on la puisse regarder comme une constante déterminée au moyen des observations, on est autorisé à considérer toute valeur de $2\lambda_m$ entre les limites 0 et $\frac{1}{s'_m + s'_{m-1}}$, également probables; d'où il découle que

$$\frac{1}{2(s'_m + s'_{m-1})}$$

est la valeur moyenne de toutes valeurs possibles qui peut acquérir la différence

$$2\lambda_m = \frac{\mathfrak{S}_m}{s'_{m+1}},$$

abstraction faite toujours de signe.

» Cela étant, admettons l'égalité suivante

$$\frac{1}{2(s'_m + s'_{m-1})} = \frac{\mathfrak{S}_m}{a_{m+1}s'_m + s'_{m-1}},$$

et supposons qu'il soit permis de remplacer les quantités $\mathfrak{S}_m$, $\frac{s'_{m-1}}{s'_m}$ et a_{m+1} par leurs valeurs moyennes ou probables, que nous désignons par $\mathfrak{S}$, σ et a. Il résulte de là

$$\frac{1}{1+\sigma} = \frac{2\mathfrak{S}}{a+\sigma}.$$

» Voilà une équation à trois inconnues; nous aurons cependant tout de suite deux autres équations en observant les conséquences de nos

suppositions : après avoir introduit les valeurs moyennes ou probables au lieu des valeurs effectives, nous aurons sans difficulté

$$\vartheta = 1 - \sigma^2 + \sigma^4 - \ldots = \frac{1}{1+\sigma^2}$$

et

$$1 = a\sigma + \sigma^2$$

ou bien

$$a + \sigma = \frac{1}{\sigma}.$$

» En introduisant ces expressions de ϑ et de $a+\sigma$ dans la première équation, il en résultera

$$\frac{1}{1+\sigma} = \frac{2\sigma}{1+\sigma^2},$$

d'où l'on tire

$$\sigma = \sqrt{2} - 1 = 0,41421\ldots.$$

Après avoir obtenu ce résultat, on aura tout de suite

$$a = 2, \qquad \vartheta = \frac{2+\sqrt{2}}{4} = 0,85355\ldots.$$

» Même sans calcul on se convaincra qu'il n'y a pas lieu de parler d'une valeur moyenne des a dans le sens ordinaire de ce mot, car les entiers dont il s'agit sont tellement différents entre eux que la moyenne arithmétique tirée de n valeurs de a ne fournit quelquefois que très peu de ressemblance avec celle qui résulte de $n+1$ valeurs. Mais on peut démontrer, au moins approximativement, que l'entier 2 représente la valeur probable parmi les entiers de toutes les valeurs à partir de l'unité qui entrent dans les fractions continues représentant des nombres irrationnels. On peut aussi, conformément à la notion de la valeur probable, exprimer cette thèse d'une autre manière.

» Soit H le nombre total des a; soient de plus h_1 le nombre des a dont la valeur est 1, h_2 le nombre des a dont la valeur est 2, et ainsi de suite, de sorte qu'on ait

$$\mathrm{H} = h_1 + h_2 + \ldots;$$

il faut, 2 étant la valeur probable des a, que

$$h_1 + \tfrac{1}{2}h_2 = \tfrac{1}{2}h_2 + h_3 + h_4 + \ldots.$$

» Dans le but de mettre cette thèse hors de doute, je fais remarquer que, toute valeur de la fraction

$$\frac{\mathfrak{z}_m(s'_m + s'_{m-1})}{a_{m+1}s'_m + s'_{m-1}}$$

entre les limites o et 1 étant également probable, la probabilité à trouver une valeur de cette fraction entre o et $\frac{1}{\nu}$ doit être $\frac{1}{\nu}$.

» Il découle de cette remarque l'expression

$$\frac{1}{\nu} = \frac{\mathfrak{z}_m(s'_m + s'_{m-1})}{a_{m+1}s'_m + s'_{m-1}}$$

ou bien

$$\frac{1}{\nu} = \frac{\mathfrak{z}(1+\sigma)}{a+\sigma} = \frac{1,20711\ldots}{a + 0,41421\ldots}$$

de la probabilité qu'on peut exprimer aussi par la formule

$$\frac{1}{\nu} = \frac{1}{H}\left(\tfrac{1}{2}h_a + h_{a+1} + h_{a+2} + \ldots\right).$$

» En supposant $a = 2$, on obtiendra sur-le-champ

$$\nu = \tfrac{1}{2},$$

ce qui montre que la valeur probable des a est 2. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant pour la Section de Botanique, en remplacement de feu M. *Asa Gray*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 46,

M. Masters	obtient	39	suffrages
M. Triana	»	5	»
M. Treub	»	1	»

Il y a un bulletin blanc.

M. **Masters**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est élu Correspondant de l'Académie.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **P. de Pietra Santa** adresse, pour le concours des prix de Médecine et de Chirurgie, une Note complémentaire à son Mémoire intitulé « Étude sur l'emprisonnement cellulaire et son influence sur la folie ».

(Renvoi à la Commission des prix de Médecine et de Chirurgie).

M. **J.-M. Schnyder** adresse un Mémoire ayant pour titre : « Le choléra asiatique; sa véritable cause, son hygiène préventive et sa guérison certaine ».

(Renvoi au concours du prix Bréant.)

M. le **Ministre de la Marine** transmet à l'Académie un Mémoire de M. *Genglaire* sur « l'éclairage électrique par les piles ».

(Commissaires : MM. Pàris, Jurien de la Gravière, Bouquet de la Grye.)

CORRESPONDANCE.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Sawerthal, faites à l'observatoire de la Plata (équatorial de* $0^{m},217$ *de Gautier)*, présentées par M. Mouchez.

« Les observateurs sont : MM. F. Beuf, directeur de l'observatoire, et G. Mac Carthy, Carlos Salas, Agustin Delgado, Victor Beuf, astronomes. Ils sont respectivement désignés par les lettres B, M, S, D, V.

Dates. 1888.	Étoiles de comparaison.	Grand.	☄ — ★ α.	☄ — ★ δ.	Nombre de comp.	Observ.
			m s	′ ″		
Mars 9......	*a* Gould, 28651.	8	−0.55,17	− 4.51,9	6	B.
17......	*b* Gould, 29253.	7	−2.46,84	− 5.56,9	5	B.
17......	Id.	»	−2.44,50	− 4.53,2	3	M.
18......	*c* Gould, 29332.	5,7	+1.36,13	− 5.56,7	6	B.
18......	Id.	»	+1.38,50	− 4.59,7	5	M.
18......	Id.	»	+1.40,88	− 4. 1,0	6	V.
18......	Id.	»	+1.43,88	− 2.47,4	4	S.

Dates. 1888.		Étoiles de comparaison.	Grand.	✶ — ★. α.	δ.	Nombre de comp.	Observ.
				m s	′ ″		
Mars	19......	*d* Gould, 29421.	6,8	+0.45,33	— 0.11,7	6	B.
	19......	Id.	»	+0.47,85	+ 0.47,4	6	S.
	19......	Id.	»	+0.49,54	+ 1.28,5	5	D.
	20......	*e* Gould, 29650.	6,3	—7.12,03	+25.34,9	3	B.
	21......	*f* Gould, 29551.	8	+0.37,22	+28.59,8	5	B.
	23......	*g* Gould, 29818.	6,5	—5.55,00	—13. 6,7	4	B.
	23......	Id.	»	—5.52,38	—11.26,5	4	M.
	27......	*h* Gould, 30140.	8,5	—7.34,05	+ 1.28,3	4	B.
Avril	2......	*i* Stone, 11705.	5,6	—7.45,00	— 3.18,3	1	B.

Positions des étoiles de comparaison.

Dates. 1888.	Étoiles de compar.	Ascension droite moyenne pour 1888,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne pour 1888,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
Mars 9.......	*a*	20.47.16,35	—1,48	—26.44.20,9	+0,9	Gould, vol. XIV.
17.......	*b*	21.13.39,38	—1,26	—14.29.22,1	—2,5	Id.
18.......	*c*	21.18. 4,19	—1,24	—13.21.29,5	—2,8	Id.
19.......	*d*	21.22. 9,93	—1,24	—12. 3.12,4	—3,2	Id.
20.......	*e*	21.33.26,90	—1,24	—11. 4.49,8	—3,7	Id.
21.......	*f*	21.28.44,00	—1,18	— 9.35. 1,2	—3,8	Id.
23.......	*g*	21.41.44,38	—1,19	— 6.26. 7,1	—4,8	Id.
27.......	*h*	21.55.58,90	—1,11	— 1.40. 0,3	—5,8	Id.
Avril 2.......	*i*	22.14.49,47	—1,02	+ 5.13.26,2	—7,4	Stone, Cat. for 1880.

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1888.		Temps moyen de la Plata.	Ascension droite.	Log. fact. parall.	Déclinaison.	Log. fact. parall.	Observ.
		h m s	h m s		° ′ ″		
Mars	9.......	16.29.10,61	20.46.19,70	$9,722_n$	—26.49.11,9	$0,573_n$	B.
	17.......	17. 8.44,76	21.10.51,28	$9,654_n$	—14.35.21,5	$0,614_n$	B.
	17.......	17.26.53,52	21.10.53,62	$9,635_n$	—14.34.17,8	$0,600_n$	M.
	18.......	16.48.22,58	21.19.39,08	$9,672_n$	—13.27.29,0	$0,640_n$	B.
	18.......	17. 4.32,02	21.19.41,45	$9,660_n$	—13.26.30,0	$0,629_n$	M.
	18.......	17.20.35,71	21.19.43,83	$9,645_n$	—13.25.33,3	$0,618_n$	V.
	18.......	17.40.55,21	21.19.46,83	$9,623_n$	—13.24.19,7	$0,605_n$	S.
	19.......	16.45.28,14	21.22.54,02	$9,671_n$	—12. 3.27,3	$0,650_n$	B.
	19.......	17. 2.43,70	21.22.56,54	$9,658_n$	—12. 2.28,2	$0,640_n$	S.
	19.......	17.14.22,46	21.22.58,23	$9,648_n$	—12. 1.47,1	$0,633_n$	D.
	20.......	17. 2.22,22	21.26.13,63	$9,656_n$	—10.39.18,6	$0,648_n$	B.
	21.......	16.56.45,67	21.29.20,04	$9,659_n$	— 9. 6. 5,2	$0,660_n$	B.

Dates. 1888.		Temps moyen de la Plata.	Ascension droite.	Log. fact. parall.	Déclinaison.	Log. fact. parall.	Observ.
Mars	23	16h56m12s,56	21h35m48s,19	$9,654_n$	— 6°39′18″,6	$0,674_n$	B.
	23	17.24.54,32	21.35.50,81	$9,628_n$	— 6.37.38,5	$0,665_n$	M.
	27	16.44.33,08	21.48.23,74	$9,658_n$	— 1.38.37,8	$0,699_n$	B.
Avril	2	17.26.48,89	22. 7. 3,45	$9,615_n$	+ 5.10.10,5	$0,732_n$	B.

Position de l'observatoire.

Latitude........................ — 34°54′30″,3
Longitude...................... 4h0m58s,0 O. de Paris. »

ÉLECTRICITÉ. — *Détermination de l'ohm par la méthode électrodynamique de M.* Lippmann. Note de M. **H. Wuilleumier**, présentée par M. Lippmann.

« La méthode que j'ai employée est une méthode de zéro proposée par M. Lippmann (¹).

» Un cadre mobile, recouvert de fil fin, tourne autour d'un de ses diamètres avec une vitesse uniforme v; il est placé à l'intérieur d'une bobine fixe parcourue par un courant d'intensité i, lequel circule en même temps dans le conducteur dont on veut déterminer la résistance. Le circuit induit est fermé au moment où la force électromotrice, développée dans le cadre, passe par sa valeur maxima, et cette force est alors opposée à la différence de potentiel qui existe entre les deux points extrêmes A et B du conducteur; on choisit ces derniers de façon que les deux forces opposées s'annulent, ce que l'on constate au moyen d'un électromètre sensible.

» Si S désigne la surface enveloppée par le fil induit, v la vitesse de rotation du cadre, n le nombre de spires par centimètre de la bobine fixe, et si cette dernière est supposée infiniment longue, la valeur de la résistance que l'on détermine est donnée par la relation

$$R = 8\pi^2 S n v.$$

» L'emploi d'une bobine infiniment longue peut être évité en déplaçant une bobine de longueur finie (²).

» J'ai employé une bobine inductrice formée d'une seule couche de fil

(¹) *Comptes rendus*, t. XCVI, p. 1348.

(²) *Ibid.*

de cuivre de 2^{mm} de diamètre, isolé à la soie et enroulé sur un cylindre de laiton recouvert de papier Japon arcansonné et verni à la gomme-laque. Celui-ci a 2^{m} de longueur sur $0^{m},30$ de diamètre et porte 922 spires de fil. Le nombre de tours par centimètre de longueur est de $n = 4,633$; il a été déterminé à l'aide d'un cathétomètre.

» Cette bobine, portée sur des roulettes, peut être déplacée sur des rails et amenée successivement dans une deuxième et une troisième position pour les mesures servant à trouver expérimentalement la correction des extrémités.

» Le cadre tournant est en bois et porte 303 tours de fil très fin isolé à la soie. Il est fixé dans une chape et relié au moteur par un arbre de laiton horizontal et un engrenage en papier comprimé. Le rayon moyen de ce cadre est de $10^{cm},0845$; il a été déterminé avec le comparateur universel du Bureau international des Poids et Mesures. La surface totale enveloppée par le fil est de $S = 96805^{cmq},8$.

» Les deux bouts du fil de cette bobine sont reliés à deux pièces métalliques bien isolées, fixées sur la chape, aux extrémités d'un même diamètre. Pendant la rotation, ces contacts touchent deux balais collecteurs au moment où la force électromotrice induite dans le cadre passe par sa valeur maxima, et deux fils partant des balais l'introduisent dans le circuit secondaire.

» La neutralisation du champ terrestre a lieu par l'action d'un courant constant qui circule dans une bobine fixée au bâti de l'appareil; on règle l'intensité de ce courant jusqu'à ce que la compensation complète soit réalisée, ce que l'on reconnaît lorsque l'électromètre n'indique aucune différence de potentiel entre deux points quelconques du circuit secondaire quand le circuit primaire est ouvert.

» Le conducteur, dont on a déterminé la résistance en valeur absolue, consiste en un ruban de maillechort de $34^{m},72$ de longueur, 1^{cm} de largeur et 3^{mm} d'épaisseur, enroulé en spirale et plongé dans un bain de pétrole qui maintient sa température constante.

» Une des extrémités de ce ruban est rectiligne sur une longueur d'environ 1^{m} et porte une échelle graduée en centimètres; une tige de cuivre B, taillée en biseau et recouverte de platine, peut être déplacée le long de ce conducteur et forme une des prises de potentiel; la seconde est réalisée par un fil fixé à l'autre bout A du ruban.

» La différence de potentiel entre A et B est opposée à la force électromotrice induite dans le cadre tournant, et l'on reconnaît l'égalité de ces deux

forces à un électromètre capillaire shunté par un condensateur de $\frac{1}{3}$ de microfarad de capacité; on réalise la compensation complète en déplaçant le contact mobile B.

» La rotation du cadre est produite par un moteur magnéto Gramme, actionné par une batterie d'éléments Bunsen; l'axe de cette machine est relié à l'arbre horizontal de l'appareil par un double joint Cardan, et le mouvement de rotation est maintenu constant entre certaines limites par un régulateur à force centrifuge. Le réglage définitif se fait en réglant, par la méthode stroboscopique et un frein à ficelle, le mouvement de rotation du cadre sur le mouvement vibratoire d'un diapason entretenu électriquement. Celui-ci sert ici d'étalon de vitesse et, pendant chaque expérience, ses vibrations sont enregistrées sur un tambour Marey, à côté de la marche oscillatoire d'un pendule battant la seconde. La vitesse du cadre a toujours été de $v = 8,525$ tours par seconde.

» Le courant du circuit primaire est fourni par une forte batterie Bunsen, soigneusement isolée; un commutateur à portée de la main de l'observateur à l'électromètre permet d'ouvrir et de fermer le circuit, et de renverser à volonté le sens du courant; l'intensité de ce dermier a varié entre 10^{amp} et 12^{amp}.

» Après avoir effectué la compensation complète du champ magnétique terrestre, on place la grande bobine dans sa position principale, symétrique par rapport au cadre tournant, et l'on détermine sur le ruban la position du contact pour laquelle l'équilibre est réalisé à l'électromètre. Conservant ensuite la même vitesse, on fait la même opération pour la seconde et la troisième position de la bobine; l'accroissement de résistance est représenté par $17^{\text{cm}},6$ du ruban dans le premier cas, et par $1^{\text{cm}},45$ dans le second. En doublant la somme de ces longueurs, on obtient la correction des extrémités, soit $38^{\text{cm}},1$.

» Toutes les mesures ont été ramenées à la température de 19°C. et la résistance du conducteur entre deux points A et B, exprimée en valeur absolue par la formule ci-dessus, est de

$$R = 0,301889.10^9.$$

» La même résistance a été mesurée en ohms légaux, au Bureau international des Poids et Mesures, à l'aide de trois étalons au mercure, mis obligeamment à notre disposition par M. R. Benoît. Ces trois ohms, groupés en quantité, présentaient à 0° une résistance de $0^{\omega},332973$.

» La comparaison a été faite par la méthode de Fleeming-Jenkin avec un

pont de Wheatstone modifié et un galvanomètre Thomson, et la résistance du conducteur entre les points A et B, exprimée en ohm légal et ramenée à 19°, a été trouvée de

$$R' = 0^{\omega},302650.$$

» La valeur de l'ohm vrai est donnée par la relation $\frac{106\,R'}{R}$, et l'on voit que cette quantité est représentée par la résistance à 0° d'une colonne de mercure ayant une section de 1^{mmq} et une longueur de $106^{cm},27$ (1). »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur les courants actino-électriques au travers de l'air.* Note de M. **A. Stoletow**, présentée par M. Mascart.

« Ayant répété mon expérience actino-électrique (2) après y avoir remplacé par une lame d'eau le disque plein relié au pôle négatif de la pile, MM. Bichat et Blondlot ont constaté que les rayons de l'arc voltaïque ne produisent aucun effet dans ces circonstances (3). Je ferai remarquer qu'on peut simplifier l'expérience : un disque solide quelconque couvert d'un morceau de papier mouillé, une toile métallique ou une gaze bien imprégnées avec de l'eau, peuvent aussi bien servir comme électrodes négatives *insensibles*.

» Ces faits me semblent prouver d'une manière très décisive que l'action actino-électrique ne se manifeste qu'à la condition que les rayons efficaces soient absorbés par l'électrode négative. L'électrode positive (toile) est éclairée, elle aussi (d'une manière moins avantageuse que le disque, sans doute); elle absorbe les rayons qui la frappent; néanmoins on n'obtient aucune trace de courant.

» Cela nous permet de décider sur le point de divergence que trouve M. Righi entre ses résultats et les miens, relativement à la sensibilité des deux électrodes (4).

---

(1) Ce travail a été effectué au laboratoire de Recherches physiques, à la Sorbonne.

(2) Je me sers de cette expression pour désigner les phénomènes électriques provoqués par les radiations.

(3) *Comptes rendus*, p. 1349, 7 mai 1888.

(4) *Ibid.* Je saisis l'occasion pour reconnaître la priorité que réclame M. Righi pour certains résultats qui nous sont communs. Ma première Communication sur ce sujet (non publiée), dans la Société des Amis des Sciences naturelles de Moscou, a été

» Dans mon expérience primitive, on observe bien un certain effet, même en reliant le disque au pôle positif (pourvu que la force électromotrice soit assez grande et la toile bien propre); mais ce résultat doit être attribué, ici encore, aux rayons absorbés par l'électrode *négative* (toile), et l'illumination du disque n'y est pour rien. En effet, il suffit dans ce cas de bien mouiller la toile pour faire disparaître toute action, qui reparaît aussitôt que la toile redevient sèche. Si l'on a interverti les pôles de la pile, l'action actinique est forte, et elle ne subit aucun changement, que la toile soit mouillée ou sèche (pourvu que le disque soit entretenu bien sec).

» Qu'il devait y avoir absorption de certains rayons dans tous ces phénomènes, cela me paraissait évident avant même que je fusse en état de le prouver directement. C'est ce qui m'a fait dire, dans ma Note précédente, que le courant de mon couple actino-électrique zinc-air-argent « est maintenu aux frais de l'énergie rayonnante » ([1]). L'ensemble de faits observés me faisait croire que l'absorption *utile* se produisait sur l'électrode négative toute seule. L'emploi des lames d'eau ou des lames mouillées paraît mettre cette conclusion hors de doute. La perte de l'électricité par évaporation doit être insignifiante ou nulle ([2]), et le phénomène n'en est pas masqué d'une manière perceptible.

» Je viens de faire quelques expériences avec des solutions de certaines substances, surtout celles qui, d'après M. Hertz ([3]), sont très opaques pour les rayons efficaces. Je m'en sers tantôt comme *réseaux* (en en imprégnant une toile métallique ou une gaze), tantôt comme *disques* de mon condensateur (un papier mouillé par la solution se met sur un disque solide). J'en arrive à conclure que, plus le liquide est *opaque* pour les rayons efficaces, plus il est capable de servir comme électrode *sensible*. Pour les solutions incolores que j'ai examinées (y compris quelques liquides fluorescents), cette sensibilité n'est pas grande : il paraît que l'opacité de la mince couche superficielle, qui est le siège de l'électricité, n'y est pas assez parfaite. Mais les solutions concentrées d'éosine et de fluorescéine

---

faite le 23/11 mars, et ma Note adressée à M. Mascart porte la date du 25/13 mars. C'est beaucoup plus tard que j'ai pu prendre connaissance des recherches de M. Righi.

([1]) *Comptes rendus*, 16 avril 1888, p. 1151.

([2]) *Voir* sur ce sujet : Blake, *Annales de Wiedemann*, Bd. XIX, p. 524; 1883.

([3]) *Annales de Wiedemann*, Bd. XXXI, p. 991; 1887.

dans l'ammoniaque sont assez sensibles, et celles de fuchsine ou de violet d'aniline dans l'eau se comportent comme un métal.

» Une pile de 200 éléments secs de Beetz m'a servi pour ces expériences. »

RADIOPHONIE. — *Sur la radiophonie électrochimique.* Note de MM. G. **Chaperon** et E. **Mercadier**.

« On a réussi à produire les sons musicaux les plus complexes par l'effet de radiations intermittentes sur la conductibilité électrique du sélénium et d'autres corps, tandis que les phénomènes électrochimiques produits par ces mêmes radiations ne paraissent pas avoir été utilisés dans le même but. On peut se demander, cependant, si les variations de force électromotrice, étudiées d'abord par M. E. Becquerel, qui résultent de l'éclairement d'un assez grand nombre d'éléments galvaniques, ne sont pas, elles aussi, aptes à produire dans un téléphone des sons ou des accords musicaux.

» Nous avons effectivement réussi à les produire avec une forme particulière de couple galvanique qui paraît sensible à presque toutes les radiations lumineuses.

» Ce couple se compose d'une lame d'argent recouverte, par électrolyse du sulfure de sodium, d'une très mince couche de sulfure d'argent, et d'une autre lame d'argent simplement décapée : le tout est plongé dans un tube en verre rempli d'un liquide conducteur, de l'eau acidulée par quelques gouttes d'acide sulfurique, par exemple (1) : on peut employer également la potasse caustique et d'autres électrolytes, à l'exclusion des sulfures alcalins.

» Ainsi constitué, le couple possède une force électromotrice très faible et variable; il se polarise d'ailleurs très rapidement; mais il donne naissance à une variation de courant instantanée sous l'action de la lumière du jour ou même d'une très faible lumière artificielle.

» Ces effets sont, en premier lieu, comparables à ceux de l'actinomètre de M. E. Becquerel sous sa seconde forme, sensible à toutes les radiations

(1) Une pile renfermant du sulfure d'argent et du chlorure de sodium et sensible à la lumière a été déjà proposée à l'étranger pour la production industrielle de l'électricité.

(iodure d'argent recuit dans l'obscurité) : ils sont susceptibles de se manifester pendant des mois entiers ([1]), l'appareil restant exposé à l'air et à la lumière sans précautions particulières; mais ils diminuent néanmoins avec le temps.

» En second lieu, ces effets se produisent avec une grande rapidité. En effet, en mettant un couple argent-sulfure d'argent-eau acidulée dans un circuit fermé comprenant un téléphone, et l'exposant aux radiations de la lumière oxhydrique rendues intermittentes à l'aide d'une roue percée d'ouvertures, suivant le dispositif imaginé par l'un de nous, on entend dans le téléphone des sons et des accords de sons, dont la hauteur peut varier jusqu'à correspondre à plus de 1000 vibrations par seconde et, par suite, à un effet électrochimique dont la durée est inférieure à $\frac{1}{2000}$ de seconde.

» On obtient ainsi un *radiophone électrochimique,* dont les effets sont analogues à ceux des radiophones électriques à sélénium, à l'intensité près, et susceptibles des mêmes applications.

» On est fondé à croire que les variations de courant, causes de ces effets, correspondent à des variations de force électromotrice ou d'énergie chimique de l'appareil, car la résistance mesurée dans un pont de Wheatstone en se servant de courants alternatifs ne varie pas par l'éclairement.

» Enfin, il résulte de ces faits que les modifications inconnues que la lumière apporte à l'énergie d'une réaction électrolytique sont susceptibles, comme les variations de conductibilité, de se combiner par addition et de se superposer sans se confondre en suivant les lois générales des petits mouvements.

» Nous étudions à ce point de vue divers actinomètres et combinaisons déjà signalées comme sensibles à la lumière.

» En particulier, l'élément cuivre-oxyde de cuivre-chlorure de sodium, décrit dans les *Comptes rendus* (t. CVI, p. 1470) par MM. Gouy et Rigollot, constitue aussi un radiophone électrochimique, et les effets radiophoniques donnés par la partie très légèrement oxydée du couple paraissent plus durables que les effets galvanométriques observés seulement par les auteurs : nous en avons construit un qui produit encore des sons après trois jours sans qu'on ait pris aucune précaution pour le conserver.

([1]) Nous avons un couple de ce genre construit au mois de mars dernier et qui fonctionne encore; c'est le désir de voir quelle serait la durée de ces actions qui nous a fait retarder cette Communication.

» Nous donnerons dans une prochaine Communication les résultats de nouvelles recherches sur ce sujet. »

ÉLECTRICITÉ. — *Pile à courant constant dans laquelle l'électricité négative est du charbon.* Note de MM. **Fabingi** et **Farkas**, présentée par M. Berthelot.

« En reprenant les expériences de M. Jablochkoff ([1]), nous avons trouvé que, malgré les hautes températures employées dans les piles proposées par l'illustre électricien, la possibilité d'un courant constant en est essentiellement exclue. Or des études sur ce sujet nous ont amenés à la construction d'une pile donnant un courant dont la constance semble surpasser celle de toute autre pile connue jusqu'ici.

» Dans notre pile, l'électrode positive est du platine. Deux conducteurs électrolytiques sont en action : l'hydrate de protoxyde de sodium (ou de potassium) et la combinaison obtenue par le chauffage du platine en présence de l'hydrate de protoxyde de sodium (ou de potassium). Une analyse soignée nous a fourni la formule suivante de ce composé

$$Na^2O,\ 2PtO^2 + 6H^2O$$

ou, probablement,

$$2Pt(OH)^3(ONa) + 3H^2O.$$

Ce composé recouvre la surface intérieure d'une petite marmite de platine et y forme une couche cohérente. On remplit la marmite d'hydrate de protoxyde de sodium, fondu auparavant dans une marmite d'argent. Comme source de chaleur, on se sert d'une petite flamme de gaz d'éclairage. On plonge ensuite du charbon de gaz dans le fluide et l'on enveloppe d'un écran le système.

» La pile étant fermée, la force électromotrice a atteint une certaine valeur : les actions deviennent stationnaires. En particulier, le carbonate de soude produit, soit au voisinage de l'électrode négative, soit à la surface du sel fondu, s'élimine d'une manière continue en apparaissant à l'état de cristaux sur les parois libres des deux électrodes. Nous avons reconnu que la force électromotrice varie dans le même sens que la température au voi-

([1]) *Comptes rendus*, t. LXXXV, p. 1052.

sinage du charbon, mais dans un sens contraire à la température au voisinage du platine. D'ailleurs, toutes autres choses égales, l'intensité de cette dernière variation est moindre que celle de la première. Pour plus de précision, désignons par T la température du charbon, par T′ celle du platine et par U la force électromotrice. On a

$$\frac{\partial U}{\partial T} > 0, \quad \frac{\partial U}{\partial T'} < 0,$$

mais toujours

$$\frac{\partial U}{\partial T} + \left(\frac{\partial U}{\partial T'}\right)_{T'=T} > 0.$$

Donc, dans le cas de l'égalité des deux températures T et T′, la force électromotrice varie dans le même sens que la température commune $T' = T$. Dans ce cas, on a, en effet,

$$dU = \left[\frac{\partial U}{\partial T} + \left(\frac{\partial U}{\partial T'}\right)_{T'=T}\right] dT.$$

» Si la flamme de gaz n'éprouve que des variations tout à fait inévitables, tant que la déperdition de la quantité du sel fondu ne dépasse pas une certaine limite, les variations de la force électromotrice sont insensibles. Cette déperdition ayant pour effet la diminution des parties immergées des électrodes cause une variation lente dans la différence des températures T et T′. Or, avec des dispositions convenables, cette influence ne se manifeste qu'après quelques heures.

» Pour une variation brusque et considérable de la résistance extérieure, la différence de potentiel des pôles n'éprouve qu'une variation passagère relativement très courte.

» Dans une Communication prochaine nous prendrons la liberté de présenter à l'Académie des résultats numériques.

» En remplaçant par une électrode d'argent l'électrode de platine, il se présente cet inconvénient que de l'argent se dépose sur le charbon (en l'entourant d'une couronne brillante cristallisée dont la bordure inférieure touche horizontalement le liquide), et une polarisation continuellement croissante se manifeste; phénomène subsistant aussi dans le cas où les pôles de la pile sont isolés. »

CHIMIE MINÉRALE. — *De l'action des phosphates alcalins sur les oxydes alcalino-terreux.* Note de M. L. OUVRARD, présentée par M. Troost.

« Nous avons cherché à comparer la baryte, la chaux et la strontiane au point de vue des composés que ces bases et quelques-uns de leurs sels peuvent donner par fusion avec les phosphates alcalins.

» Pour cela, nous dissolvons l'oxyde ou le sel alcalino-terreux dans le phosphate alcalin considéré, additionné ou non de chlorure de potassium ou de sodium, puis le mélange fondu, soumis à un refroidissement lent, est repris par l'eau, qui abandonne les produits insolubles suivants.

» *Baryte.* — La baryte anhydre se dissout aisément dans le *méta* ou le *pyrophosphate de potasse*. Après élimination des parties solubles, il reste un produit formé de prismes orthorhombiques, présentant des sections rectangulaires à extinctions longitudinales. L'analyse démontre que l'on se trouve en présence d'un pyrophosphate $PhO^5, 2BaO$. Ces cristaux sont solubles dans les acides étendus et dans l'acide sulfurique concentré.

» En ajoutant au mélange fondu du chlorure de potassium, on obtient le même résultat tant que la quantité de phosphate de potasse est supérieure à 5 pour 100 du poids total. Si elle devient inférieure à cette proportion, le chlorure alcalin réagit sur le phosphate formé, pour donner du chlorophosphate, et l'on a un mélange des deux produits.

» Ceci est comparable aux résultats de M. Ditte, avec le phosphate de chaux.

» D'après ce que nous venons de voir, il est facile de se rendre compte des résultats que l'on obtiendra avec le chlorure de baryum. Tant que la proportion de chlorure de baryum est inférieure à une certaine limite, on n'obtient que le phosphate $PhO^5, 2BaO$. Si cette limite est dépassée, on obtient un mélange du sel précédent et de chlorophosphate. Le phosphate de baryte précipité se comporte comme la baryte anhydre.

» Le sulfate de baryte se dissout dans le phosphate de potasse pour donner aussi le sel $PhO^5, 2BaO$ tant que la proportion de sulfate reste au-dessous d'une certaine limite, au delà de laquelle il se dissout purement et simplement, pour donner par refroidissement de la barytine.

» Nous renvoyons, pour le détail des analyses et des proportions à employer, à un Mémoire plus étendu, qui sera publié prochainement.

» L'*orthophosphate* donne, soit avec la baryte, soit avec son chlorure ou

son phosphate, le sel $PhO^5, 2BaO, KO$, en cristaux transparents, dendritiques, dépolarisant la lumière, solubles dans les acides étendus.

» Si nous passons aux *phosphates sodiques*, nous voyons que le *méta* et le *pyrophosphate de soude* donnent soit le sel précédent $PhO^5, 2BaO$, soit, si la proportion de baryte est plus considérable, le sel $PhO^5, 2BaO$,

» Ce phosphate, qui n'a pas encore été obtenu cristallisé, se présente sous forme de larges lamelles transparentes, paraissant cubiques, pouvant atteindre plusieurs millimètres, très solubles dans les acides étendus, solubles dans l'acide sulfurique concentré, un peu altérables par l'eau bouillante qui les rend opaques. Densité 4,1 à 16°.

» L'addition d'une quantité ménagée de chlorure de sodium favorise la cristallisation; mais, de même que dans le cas du phosphate de potasse, si la quantité de chlorure de sodium ajouté dépasse une certaine limite, on obtient un mélange de $PhO^5, 3BaO$ et de chlorophosphate.

» Le phosphate précipité se comporte comme la baryte, et le chlorure de baryum comme le mélange de phosphate et de chlorure alcalins.

» Le sulfate de baryte n'est pas décomposé par le phosphate de soude, il se dissout simplement et cristallise par refroidissement.

» L'*orthophosphate trisodique* ne nous a donné que le sel $PhO^5, 3BaO$.

» Ainsi donc, nous voyons que la baryte ou ses sels, dans les conditions où nous nous sommes placé, nous donnent les deux phosphates simples $PhO^5, 2BaO$, $PhO^5, 3BaO$ et le phosphate double $PhO^5, 2BaO, KO$.

» *Chaux*. — Le *méta* et le *pyrophosphate de potasse* donnent avec la chaux, avec son phosphate ou son sulfate, le composé PhO^5, CaO, KO. Ce sel se présente sous forme de larges lamelles hexagonales, transparentes, dérivant de l'octaèdre régulier, solubles dans les acides. Densité 2,7.

» On obtient encore le même produit avec le chlorure ou le fluorure de calcium, en maintenant le phosphate alcalin en suffisant excès.

» L'addition de chlorure alcalin ne change en rien le produit obtenu avec la chaux ou son sulfate. Avec le phosphate on peut obtenir de l'apatite.

» Le *phosphate tripotassique* donne avec la chaux le sel $PhO^5, 2CaO, KO$ correspondant à celui de baryte : la forme cristalline est identique. Ce sel a déjà été obtenu par M. Grandeau, par une méthode due à M. Debray.

» Le *métaphosphate de soude* nous a donné avec la chaux deux produits différents, suivant les proportions d'oxyde employées :

» D'abord le sel $9PhO^5, 10CaO, 8NaO$, en lamelles clinorhombiques, déjà obtenu par M. Wallroth dans les mêmes conditions;

» Puis le sel $PhO^5, 2CaO, NaO$ obtenu par M. Ditte par l'action du

chlorure de sodium sur le phosphate de chaux en présence de plus de 11 pour 100 de phosphate de soude. Fines rosaces hexagonales, transparentes, mais corrodées, dépolarisant la lumière.

» Le *pyro* et l'*orthophosphate sodiques* donnent de même : le sel $2PhO^5, 3CaO, 3NaO$ en fines aiguilles, transparentes, clinorhombiques, fusibles au rouge en un émail blanc, et le phosphate précédent

$$PhO^5, 2CaO, NaO.$$

» Ces mêmes produits peuvent être obtenus avec la chaux ou son carbonate, avec le phosphate, le sulfate, le chlorure ou le fluorure de calcium.

» L'emploi du chlorure de sodium permet d'obtenir des cristaux plus nets. Mais un excès de chlorure alcalin ou de chlorure de calcium donne naissance à des chlorophosphates. Ainsi le chlorure de calcium peut, par fusion avec du phosphate de soude, fournir, suivant les proportions employées, $2PhO^5, 3CaO, 3NaO$ ou $PhO^5, 2CaO, NaO$; puis l'apatite

$$PhO^5, 3CaO + \tfrac{1}{3}CaCl$$

et la wagnérite $PhO^5, 3CaO + CaCl$, que l'on sait obtenir en présence d'un excès de chlorure de calcium.

» En résumé, la chaux ne donne que des phosphates doubles.

» *Strontiane*. — Le *méta* et le *pyrophosphate de potasse* donnent avec la strontiane anhydre son phosphate ou son sulfate le sel PhO^5, SrO, KO, identique comme forme cristalline à celui obtenu avec la chaux. Tout ce que nous avons dit sur la chaux peut se répéter pour la strontiane.

» L'*orthophosphate* donne, avec la strontiane, $PhO^5, 2SrO, KO$ identique aux composés correspondants de baryte et de chaux.

» Le *méta* et le *pyrophosphate* de soude nous donnent successivement le phosphate $PhO^5, 2SrO$ en petits prismes orthorhombiques, correspondant au sel de baryte, puis le phosphate $PhO^5, 2SrO, NaO$, tout à fait semblable au sel correspondant de chaux. Le sulfate de strontiane est décomposé par le phosphate de soude, en donnant les deux sels précédents.

» L'*orthophosphate* donne exclusivement le sel $PhO^5, 2SrO, NaO$.

» En résumé, nous voyons que la baryte est caractérisée par sa résistance à donner des sels doubles, et à se laisser déplacer par les alcalis.

» Au contraire, la chaux ne donne que des sels doubles.

» La strontiane est intermédiaire aux deux autres : elle fournit un phosphate simple analogue à l'un de ceux donnés par la baryte, mais dans d'autres conditions, tandis qu'elle forme, avec les phosphates de potasse, des composés correspondant à ceux fournis par la chaux. »

CHIMIE. — *Sur quelques nouveaux hydrates de gaz.* Note de M. Villard, présentée par M. Berthelot.

« On sait qu'un grand nombre de gaz peuvent former avec l'eau sous pression des composés cristallisés. De ce nombre sont le chlore, les acides sulfureux et carbonique, l'hydrogène sulfuré ou sélénié, l'hydrogène phosphoré, le chlorure de méthyle et d'autres encore. Ce sont en général des gaz facilement liquéfiables et assez solubles dans l'eau.

» Je viens d'obtenir des hydrates analogues avec plusieurs combinaisons gazeuses généralement moins solubles, moins faciles à liquéfier que les corps précédents, et dont l'une ne peut être liquide qu'à une température extrêmement basse, très inférieure à celle de mes expériences.

» J'ai pu, en effet, combiner avec l'eau les gaz suivants : méthane, éthane, éthylène, acétylène, protoxyde d'azote.

» Ces corps ont été introduits avec un peu d'eau dans l'appareil de M. Cailletet ; le manchon en verre était remplacé par une cloche retournée, pouvant contenir une quantité suffisante d'eau ou de glace. L'hydratation peut alors être obtenue de deux manières : soit en comprimant le gaz à une température peu supérieure à 0°, produisant la détente et comprimant de nouveau, soit en maintenant au début dans le tube une température inférieure à 0° et comprimant simplement : on met ainsi de la glace en présence du gaz sous pression. Ce dernier procédé montre bien que la détente n'a d'autre but que de produire quelques cristaux de glace dont la présence facilite la formation de l'hydrate cristallisé. On peut dans les deux cas conserver ce dernier sous pression pendant une journée entière à des températures comprises entre + 10° et + 20° : en diminuant la pression, on voit les cristaux formés se détruire avec effervescence ; il suffit de comprimer le gaz avant leur disparition complète pour les voir se reformer et couvrir progressivement les parois intérieures mouillées du tube. Ces faits montrent bien qu'on n'est pas en présence de glace.

» J'ai mesuré les tensions de dissociation, parfois considérables, de ces corps, à diverses températures.

» *Hydrate de méthane.* — On peut l'obtenir à 0° par une compression de 120^{atm} suivie de détente, en comprimant de nouveau vers 30^{atm}. Mais il suffit également de comprimer à 30^{atm} environ, sans détente, à une température de 2° ou 3° au-dessous de 0°. Il est donc inutile d'atteindre le point de liquéfaction du gaz.

» A 0° la tension de dissociation est environ 27^{atm}, elle augmente de plus en plus rapidement et atteint 200^{atm} vers + 19°. J'ai pu, à cette température, conserver les cristaux pendant une journée : au-dessus de 21°, ils commencent à se détruire malgré une pression voisine de 300^{atm}.

» *Hydrate d'éthane.* — Ce corps, beaucoup plus facile à obtenir que le précédent, présente une tension de dissociation de 6^{atm} à 0° et voisine de 28^{atm} à + 12°. Au-dessus de + 12° il se détruit.

» *Hydrate d'éthylène.* — Sa tension varie de 7^{atm} à 58^{atm} entre 0° et + 17°; l'hydrate peut exister au-dessus de la température critique du gaz.

» *Hydrate d'acétylène.* — Sa tension, voisine de 7^{atm} à 0°, atteint 34^{atm} à + 14°.

» *Hydrate de protoxyde d'azote.* — Les analogies physiques de ce gaz avec l'acide carbonique se poursuivent quand on étudie son hydrate. On le produit à 0° sous une pression de 10^{atm}, et à + 12° sa tension atteint 43^{atm}; au-dessus de 12°, il se détruit même sous une forte pression. L'hydrate d'acide carbonique de Wroblewski a une tension de $12^{atm},7$ à 0°,5.

» Tous ces hydrates se décomposent aux températures respectives de 21°,5, 12°, 18°,5, 14° et 12°, qui sont à peu près leurs températures critiques de décomposition. Au-dessus de ces points, les cristaux se détruisent quelle que soit la pression, et, sauf pour le méthane et l'éthylène, une couche de gaz liquéfié, non miscible avec l'eau, apparaît dans le tube.

» Un gaz peut donc former un hydrate au-dessus de sa température critique de liquéfaction, comme le méthane et l'éthylène. Il est même remarquable que les hydrates de ces deux gaz ont une température critique de décomposition notablement supérieure à celle des autres.

» D'autres gaz ont été essayés dans les mêmes conditions, les uns peu solubles et difficilement liquéfiables : l'azote, l'oxygène, l'oxyde de carbone, le bioxyde d'azote; les autres faciles à liquéfier et plus solubles, tels que le cyanogène, l'ammoniaque, le propylène, le butylène et l'allylène. Je n'ai pu jusqu'à présent obtenir de cristaux avec aucun d'eux.

» Je me propose de reprendre en détail ces expériences, de déterminer exactement les principales propriétés de ces hydrates, et, si cela est possible, d'établir leur composition. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Contribution à l'étude des ptomaïnes.* Note de M. **Oechsner de Coninck**, présentée par M. Berthelot.

« J'ai décrit récemment une ptomaïne en $C^8H^{11}Az$ (*Comptes rendus*, 19 mars 1888), et je l'ai déterminée par l'analyse d'un certain nombre de sels; j'ai continué cette étude en préparant les chloromercurates et l'iodométhylate.

» Il existe deux chloromercurates : l'un est en

$$(C^8H^{11}Az, HCl)^2 + HgCl^2,$$

l'autre est un sesquisel $2(C^8H^{11}Az.HCl) + 3HgCl^2$, et s'obtient facilement par l'addition d'un excès de solution concentrée de chlorure mercurique à la solution concentrée du chlorhydrate. Les deux formules ont été établies par le dosage du chlore, du mercure, du carbone et de l'hydrogène.

» Le chloromercurate normal $(C^8H^{11}Az, HCl)^2 + HgCl^2$ cristallise en petites aiguilles blanches, un peu solubles dans l'eau et dans l'alcool étendu, insolubles dans l'alcool absolu; elles sont altérables à l'air humide. L'autre chloromercurate est en aiguilles plus longues et légèrement jaunâtres, insolubles dans les principaux dissolvants, également altérables par l'humidité atmosphérique.

» L'iodométhylate $C^8H^{11}Az, CH^3I$ a été préparé en mélangeant des solutions de la ptomaïne et d'iodure de méthyle dans l'éther absolu. La liqueur se trouble au bout d'un certain temps, et, après plusieurs heures, laisse déposer un lacis de fines aiguilles blanches. Il ne reste plus qu'à décanter et à dessécher à la trompe, au moyen d'un courant d'air sec.

» L'iodométhylate ne s'altère que lentement à l'air; il se dissout en toutes proportions à chaud dans l'alcool absolu. Cette solution a été traitée par les alcalis dans les conditions indiquées précédemment (*Comptes rendus*, séances des 12 et 19 décembre 1887).

» *Expérience I.* — Quelques gouttes d'une lessive de potasse à 45°, versées dans la solution alcoolique chaude, ont produit aussitôt une coloration rouge foncé, cette coloration était avivée par l'addition d'un peu d'acide chlorhydrique ou acétique, mais rapidement détruite par un très léger excès d'ammoniaque. Aucune fluorescence ne s'est développée même à la longue, dans les liqueurs acides.

» *Expérience II.* — L'iodométhylate a été ensuite additionné d'un excès de potasse solide humectée d'eau au moment de l'expérience. On a chauffé doucement : apparition d'une couleur rouge grenat. On a ensuite chauffé plus fort, l'odeur des dihydrures pyridiques n'a pas tardé à devenir très nette. (Réaction de M. Hofmann).

» *Expérience III.* — On a répété l'expérience II, en se servant d'un appareil distillatoire, en ayant soin de ne pas chauffer assez pour produire les dihydrures pyridiques et en ajoutant une proportion d'eau un peu plus forte. La couleur rouge, entraînée par l'eau distillée, était avivée par les acides; abandonnée au contact de l'air, la solution aqueuse est devenue très fluorescente au bout de plusieurs heures, ce qui concorde bien avec mes précédentes observations. Mais, dans quelques expériences, la teinte qui avait passé du rouge grenat au rouge vif a viré subitement au rouge sale ou au brun foncé, ce qui s'explique facilement par les propriétés réductrices de la ptomaïne en $C^8H^{11}Az$, dont une petite quantité est mise en liberté, au cours de la distillation (surtout vers la fin de l'expérience). La proportion d'ammoniaque nécessaire pour détruire la couleur rouge était minime. Dans les expériences faites avec les iodométhylates ou les iodéthylates des pyridines dérivées du goudron de houille, de la cinchonine ou de la brucine, il m'avait toujours fallu employer, au contraire, un grand excès d'ammoniaque.

» Sauf ces légères différences, on voit que l'iodométhylate de la ptomaïne en $C^6H^{11}Az$ s'est comporté de la même manière que les iodométhylates des alcaloïdes pyridiques en présence d'une lessive alcaline.

» En terminant, je ferai remarquer que certaines bases pyridiques, retirées de l'huile de Dippel et que j'ai eu bien souvent l'occasion d'étudier, présentaient, dans les mêmes conditions, des propriétés réductrices aussi remarquables que celle de la nouvelle ptomaïne.

» Dans une prochaine Note, j'aurai l'honneur de communiquer à l'Académie l'étude chimique et la détermination analytique complète d'une seconde ptomaïne qui, par sa composition ($C^{10}H^{15}Az$), constitue l'un des homologues supérieurs de la ptomaïne en $C^8H^{11}Az$. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Recherches sur la fixation de l'azote par le sol et les végétaux.* Note de MM. **Arm. Gautier** et **R. Drouin**, présentée par M. Friedel.

« L'Académie nous permettra sans doute de lui donner, au sujet de nos recherches sur la fixation de l'azote par les sols nus ou ensemencés ([1]), quelques explications complémentaires que rend nécessaires une Note

([1]) Voir *Comptes rendus*, t. CVI, p. 754, 863, 944, 1098, 1174 et 1232.

de M. Chevreul insérée aux *Comptes rendus* de la séance du 22 mai dernier au sujet du *Rôle de l'azote atmosphérique dans l'économie végétale*.

» Cette Note semble dictée par le désir d'apporter aux expériences et opinions déjà anciennes de M. G. Ville un appui nouveau basé sur nos recherches; mais il y a là un malentendu que notre devoir est de ne pas laisser subsister en une matière qui n'a que trop prêté à la controverse.

» Loin d'avoir annoncé comme un fait nouveau dans la Science que « l'azote gazeux de l'atmosphère est absorbé par les plantes », nous avons toujours fait remarquer que nos expériences, n'ayant pas été instituées dans le but de nous assurer de la réalité de ce phénomène, ne pouvaient prétendre à le contrôler ou à l'établir. Toutefois, nous avons toujours eu présentes à l'esprit les conclusions de ceux qui ont admis l'assimilation directe de l'*azote libre* par les végétaux, depuis Priestley et Ingen-Housz jusqu'à M. G. Ville, sans oublier les arguments puissants de ceux qui l'ont contestée : Théodore de Saussure, Senebier, Woodhouse, Boussingault, Lawes et Gilbert, et la grande majorité des chimistes modernes.

» Mais l'objet de nos recherches était tout autre. Guidés par certaines considérations théoriques que nous avons exposées page 756, nous avons essayé de reconnaître à quel mécanisme était due l'assimilation de l'azote par les terres végétales, et quel était le rôle des divers éléments du sol. Dans ce but, nous avons étudié successivement, au point de vue de cette assimilation, les sols chimiquement privés de toute matière organique et ferrugineuse, pourvus de l'un ou de l'autre de ces éléments, ou pourvus des deux à la fois. Après avoir constaté la réalité de la fixation de l'azote, quelle que fût d'ailleurs son origine et même dans le cas des sols absolument artificiels pourvu qu'ils continssent de la matière organique, nous avons examiné l'influence qu'apporte, dans cet enrichissement des terres en azote, la présence des organes souterrains des plantes, et nous avons étudié, comparativement à ce point de vue, les sols ensemencés et non ensemencés dont la composition variait comme il vient d'être dit.

» Ces études ont éclairé, croyons-nous, le rôle que l'humus, le fer, les organismes inférieurs et les végétaux supérieurs eux-mêmes exercent chacun dans cette fixation d'azote par le sol; mais, dans aucun cas, nous n'avons annoncé, et nous ne pouvions même constater, que cet enrichissement provînt de l'azote libre de l'atmosphère.

» Tout au plus, eu égard, d'une part, aux quantités considérables d'azote fixées par certains sols *non ensemencés*, de l'autre aux expériences de M. Schlœsing sur les quantités d'ammoniaque fixées dans le même

temps et dans des conditions de milieu analogues, par une surface d'eau acidulée, avons-nous pu penser (l'absence d'azote nitrique étant constatée dans nos terres) que l'azote ammoniacal de l'air n'était pas la seule origine de l'azote fixé par les sols, ensemencés ou non. Cette remarque nous a paru digne d'attention, mais nous n'avons jamais songé à la donner comme une démonstration rigoureuse de la fixation de l'azote libre [1].

» En résumé, nous avons analysé le rôle des différents éléments du sol fertile : minéraux ou organiques, vivants ou non vivants, dans la fixation de l'azote atmosphérique, quelle que fût d'ailleurs la forme sous laquelle cet azote préexistât dans l'air. Quant à la réalité du phénomène de l'assimilation de l'azote libre, c'est un point sur lequel nous avons expressément réservé nos conclusions.

» A plus forte raison déclarons-nous n'avoir même pas eu la pensée d'aborder la question que M. G. Ville semble considérer comme de nouveau reprise et résolue affirmativement par nos expériences et à laquelle M. Chevreul a bien voulu faire allusion dans sa *Note*, à savoir : la *fixation de l'azote libre par les végétaux, abstraction faite du sol.* »

ZOOLOGIE. — *Sur la conjugaison des Vorticellides.* Note de M. **E. Maupas**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Toujours préoccupé de compléter mes recherches sur la conjugaison des Vorticellides, j'ai enfin réussi à réunir des observations complètes chez la *Vorticella monilata* Tatem, des observations un peu moins complètes chez le *Carchesium polypinum*, les *V. nebulifera* et *V. cucullus* Fromentel, et enfin quelques faits isolés chez les *V. putrina* Müller et *V. microstoma*. Je vais donc décrire la marche générale du phénomène, en prenant le premier de ces Infusoires comme type et lui rattachant les observations fragmentaires recueillies chez les cinq autres.

» Chez la *V. monilata*, les microgamètes sont produites par divisions binaires égales et simples. Il en est de même chez les quatre autres Vorticelles, à l'exception de la *V. microstoma*, où elles dérivent de divisions binaires inégales gemmiformes. Chez le *C. polypinum*, elles résultent de divisions binaires égales, mais répétées deux et peut-être trois fois.

» Au moment de sa mise en liberté et pendant toute cette période vaga-

---

(1) Voir *Comptes rendus*, t. CVI, p. 1233, 6°.

bonde, la microgamète n'est pourvue que d'un seul micronucleus (*C. polypinum, V. microstoma, V. putrina*). Elle s'attache à la macrogamète en se fixant d'abord sur le pédoncule immédiatement au-dessous du point d'attache avec le corps. De là elle remonte sur la partie inférieure du corps de la macrogamète et se soude avec lui (*C. polypinum*). Aussitôt qu'elle s'est ainsi fixée, son micronucleus entre en évolution et se divise en deux par karyomitose (*C. polypinum*). Pendant que cette division s'effectue, la coalescence des deux gamètes s'achève.

» Jusqu'ici, il ne s'est encore produit aucune évolution interne chez la macrogamète; mais, à partir de ce moment, les phénomènes évolutifs vont se succéder parallèlement chez les deux conjoints.

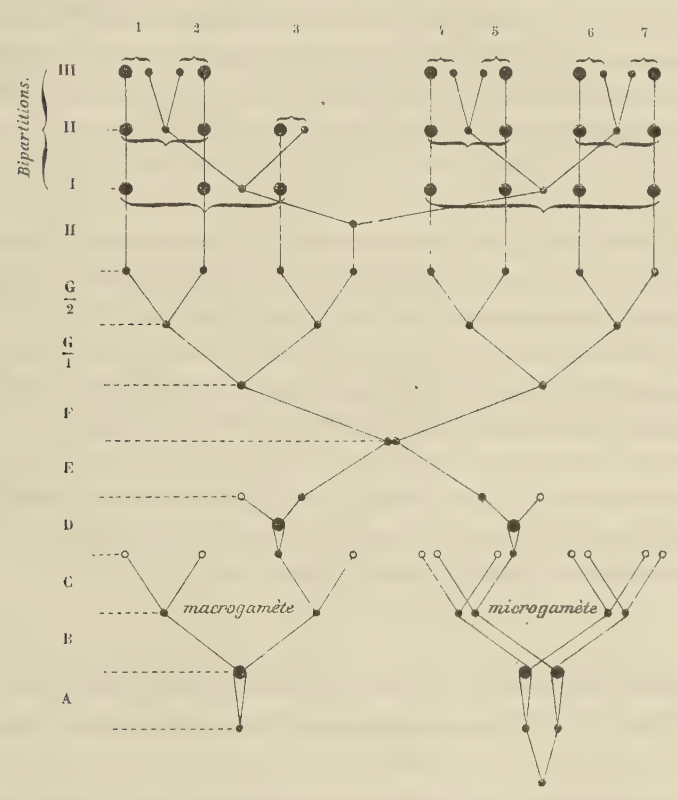
» Le micronucleus, simple chez la macrogamète, double chez la microgamète, entre d'abord dans le stade d'accroissement A (*C. polypinum, V. nebulifera, V. cucullus*), que nous connaissons chez les autres Ciliés. Puis viennent les deux stades de division B et C, déterminant la production de quatre corpuscules micronucléaires chez la macrogamète et de huit chez la microgamète (*V. cucullus, C. polypinum*).

» Jusqu'à ce moment, la macrogamète a conservé son péristome ouvert et continué à se nourrir. Elle se contracte maintenant et referme hermétiquement son péristome. De l'eau s'accumule alors dans l'espace délimité par la paroi supérieure du corps, le disque vibratile refoulé en dedans et l'ouverture du vestibule. Cette accumulation d'eau constitue une large vacuole qui repousse en arrière vers la microgamète tout le contenu du corps de la macrogamète. Les corpuscules micronucléaires de celle-ci étaient restés jusqu'ici logés dans le cytoplasme au-dessous du disque vibratile, loin de la microgamète. Le développement de la vacuole les refoule et les rapproche de cette dernière (*V. nebulifera*).

» En même temps, trois des corpuscules micronucléaires chez la macrogamète et sept chez la microgamète se résorbent et disparaissent. Les deux corpuscules survivants s'accroissent notablement et, les parois limitrophes du corps des deux gamètes qui avaient subsisté jusqu'ici venant à disparaître, ils entrent en contact.

» Ces deux corpuscules ont la forme de deux gros fuseaux striés longitudinalement, comme des noyaux en voie de division (*V. nebulifera, C. polypinum*). Ils s'allongent, en effet, parallèlement l'un à l'autre en se bipartitionnant, une de leurs extrémités dirigée dans la cavité de la microgamète et l'autre dans celle de la macrogamète. Cette nouvelle division (stade D) donne donc naissance à quatre corpuscules micronucléaires,

dont deux, logés dans la microgamète, demeurent isolés et finissent par disparaître en se résorbant, tandis que les deux autres, situés dans la macrogamète, s'accolent, se fusionnent et reconstituent ainsi un nucleus d'origine mixte (stade E).



Vorticella monilata Tatem.

» De ce moment, la fécondation est accomplie. La grande vacuole aqueuse s'efface. Le contenu de la microgamète se vide et passe lentement dans le corps de la macrogamète. Ce transvasement dure environ un quart d'heure. Les cils du péristome qui ont disparu se renouvellent et une demi-heure à trois quarts d'heure plus tard le péristome se rouvre, puis bientôt après rétablit le tourbillon alimentaire et la Vorticelle recommence à manger. La pellicule tégumentaire de la microgamète vide et ratatinée reste encore attachée extérieurement au flanc de la macrogamète pendant deux à trois heures, puis finit par se détacher et disparaître (*V. nebulifera*).

» Le nouveau nucleus mixte entre de suite en évolution et traverse les

trois stades de division F, $\frac{G}{1}$, $\frac{G}{2}$, donnant ainsi naissance à huit corpuscules nucléaires (*V. nebulifera, V. cucullus, V. putrina, C. polypinum*). De ces huit corpuscules, l'un revêt le type de micronucleus, les sept autres s'accroissent considérablement. Lorsque cet accroissement a atteint son maximum et que les Vorticelles sont abondamment nourries, le micronucleus se divise en deux et la Vorticelle se fissipare, un des rejetons emportant trois corps nucléaires et l'autre quatre. Après deux autres bipartitions analogues, chaque rejeton ne renferme plus qu'un gros corps nucléaire de forme discoïdale, qui alors reprend la forme rubanée normale (*V. nebulifera*).

» Le nucleus primitif des deux gamètes se fragmente en nombreux petits corpuscules sphériques dès les stades A et B. Ces fragments persistent assez longtemps et disparaissent seulement pendant les bipartitions fissipares des ex-conjuguées.

» La conjugaison des Vorticellides ramenée à ses traits essentiels ne diffère donc en rien de celle des autres Ciliés. Malgré la différence de taille des deux gamètes et malgré la différence de leur sort final, elles n'en jouent pas moins l'une et l'autre un rôle sexuel parfaitement identique. Toutes deux possèdent un micronucleus hermaphrodite jouissant de propriétés évolutives exactement équivalentes. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur le développement du grain de blé.* Note de M. **Balland**, présentée par M. Berthelot.

« L'épi en formation augmente rapidement de poids pour atteindre son maximum vers le trentième jour après la floraison; il diminue ensuite progressivement pendant les quinze jours qui précèdent la récolte. Le grain suit la même évolution, mais il n'atteint son maximum de poids que quelques jours plus tard. Inversement, les autres parties de l'épi (rachis et balle) vont en diminuant jusqu'au moment où le grain atteint son maximum; elles sont alors aux grains, à peu près, dans le rapport de 1 à 4. Ce rapport varie peu jusqu'à la maturité complète.

» L'eau, dans le grain, descend de 80 pour 100 à 12 pour 100; dans les autres parties de l'épi, elle tombe de 56 pour 100 à 9 pour 100.

» Les substances minérales contenues dans le grain sont en rapport constant avec le poids des matières fixes. Il n'en est pas de même dans le

rachis et la balle, où le poids des cendres varie de 3 à 12 pour 100, suivant le degré de maturité de l'épi, la variété du blé, la nature du sol, etc. La composition des cendres est différente : l'acide phosphorique domine dans le grain ; la silice dans les autres parties de l'épi.

» Les matières grasses arrivent toutes formées dans le grain, où elles éprouvent une transformation partielle. Elles n'atteignent pas 2 pour 100.

» Le ligneux est en plus forte proportion dans le grain à ses débuts que dans le grain à maturité. C'est un produit de première formation qui semble étroitement lié à la matière chlorophyllienne. Dans le grain à maturité, il atteint à peine 2 pour 100; dans le rachis et la balle il s'élève en moyenne à 30 pour 100.

» L'acidité du suc nourricier apporté par la tige va en diminuant dès qu'il passe de l'épi dans le grain. Traduite en acide sulfurique monohydraté, elle tombe de $0^{gr},095$ pour 100 à $0^{gr},012$ pour 100.

» C'est au début que les matières sucrées sont en plus forte proportion dans l'épi; elles peuvent alors atteindre 15 pour 100 du poids de l'épi à l'état sec. Elles passent en entier dans le grain où elles sont transformées. A la maturité, l'épi n'en contient plus. Il est incontestable que ces matières sucrées se transforment en amidon, et que cette transformation s'opère dans les grains, car il n'y a pas d'amidon dans les autres parties de l'épi. C'est à l'état de sucre réducteur qu'elles pénètrent dans le grain et, suivant les idées de Claude Bernard, je crois à la transformation directe de ce sucre en amidon.

» Les granulations d'amidon une fois formées se développent peu à peu et se tassent en prenant plus de cohésion.

» En même temps que s'élabore l'amidon, l'acidité va en diminuant et les matières albuminoïdes se changent en gluten, d'abord très fluide, puis de plus en plus visqueux. Cet état nous explique pourquoi il y a plus de gluten au centre du grain ; c'est qu'en effet, par le seul fait de l'évaporation de l'eau qui se produit à la surface, il se fraye un passage à travers les grains d'amidon et gagne les couches extérieures où il se condense. On peut expliquer de même la présence d'une plus forte proportion de matières salines dans les mêmes régions.

» Ainsi, tandis que le grain se crée, nous voyons diminuer l'acidité des sucs nourriciers apportés par le hile et nous pouvons suivre la condensation des matières albuminoïdes solubles en même temps que la transformation des matières sucrées en amidon. C'est exactement le travail inverse qui s'accomplit pendant la germination lorsque le grain se détruit : on voit

alors l'acidité s'accroître, le gluten redevenir fluide et l'amidon se résoudre en sucre. J'ai montré que ces transformations ([1]), analogues à celles qui se produisent dans les farines conservées depuis longtemps ou pendant la panification, sont dues aux ferments localisés dans l'embryon et l'on sait que ces ferments sont déjà très actifs dans les plus jeunes grains. C'est aussi à eux que je rattacherai les modifications survenues pendant la synthèse du grain. En dehors des conditions vitales de chaleur, de lumière, d'air, d'humidité, etc., c'est aux tissus embryonnaires dépositaires des ferments naturels du blé et aux membranes extérieures du grain agissant à la fois comme aspirateur et dialyseur qu'on doit attribuer la formation du gluten et de l'amidon.

» Voici qui intéresse plus directement l'Agriculture :

» Mathieu de Dombasle croyait qu'après la fécondation du froment le poids de la plante dans son ensemble ne variait plus; M. Boussingault a montré, au contraire, qu'elle continuait à fixer les éléments du sol et de l'atmosphère, et M. Isidore Pierre a prouvé que ce n'était qu'un mois avant sa maturité qu'elle possédait en bloc la presque totalité des principes qu'on y devait retrouver au moment de la récolte. Nos expériences limitées à l'épi prouvent que, pendant les huit à dix jours qui précèdent l'époque ordinaire de la moisson, le grain ne vit que par l'épi et que le complément d'élaboration qu'il reçoit et qui se manifeste surtout par une perte d'eau s'opère aussi bien sur le blé coupé que sur le blé sur pied. Le grain présente absolument les mêmes qualités. On peut donc moissonner sans inconvénient huit à dix jours avant l'époque habituelle. Ce fait a son importance pour les pays où l'on a coutume de faire suivre la récolte du froment d'une récolte secondaire de sarrasin. On connaît le tempérament délicat de cette plante que les premiers froids empêchent trop souvent d'arriver à maturité; dans de telles conditions, une avance de huit à dix jours, c'est la récolte assurée.

» En Bresse, où cette récolte secondaire est très avantageuse lorsqu'elle n'est pas compromise par la température, les agriculteurs ont déjà cherché à substituer aux semences du pays le sarrasin de Bretagne qui est plus résistant, mais dont la qualité est inférieure. On ne saurait trop les engager à moissonner plus tôt. »

([1]) *Comptes rendus*, t. XCVI, XCVII.

GÉOLOGIE. — *Allure générale des plissements des couches de la Provence : analogie avec ceux des Alpes.* Note de M. **Marcel Bertrand**, présentée par M. Daubrée.

« Parmi les complications grandioses de la géologie alpine, une des plus célèbres est celle qu'Escher de la Linth et M. Heim ont fait connaître sous le nom de *double pli des Alpes de Glaris.* J'en ai proposé, en 1884 (¹), une explication nouvelle, et j'ai eu la satisfaction de retrouver, trait pour trait, en Provence, les phénomènes dont j'avais présumé la possibilité dans les Alpes. La coupe du Beausset (²) est identique à celle que j'avais proposée pour Glaris.

» Je viens de trouver, dans le massif de la Sainte-Beaume et dans ses dépendances, une nouvelle coupe qui, cette fois, est identique à celle de M. Heim. Deux grands plis anticlinaux, celui de la Sainte-Beaume et celui de l'Huveaunne, se déversent l'un vers le nord, l'autre vers le sud, tous deux avec un cortège semblable de *lambeaux de recouvrement* jurassiques superposés au crétacé; un troisième pli anticlinal de moindre importance, celui de la Lare, sépare nettement les deux bandes synclinales ainsi recouvertes. Tout cet ensemble, au lieu des 20^{km} des Alpes de Glaris, n'occupe qu'une largeur de 7^{km} à 8^{km}.

» J'ai décrit, dans une Note précédente, la coupe de la vallée de l'Huveaunne et de Saint-Zacharie. Celle de l'autre versant de la Lare est à peu près identique. Une faille secondaire complique un peu l'interprétation en ramenant 100^{m} plus bas la continuation des terrains crétacés du Plan d'Aups; mais, à partir du pied de la falaise que cette faille détermine, on trouve également deux bandes crétacées séparées par des collines jurassiques. Le crétacé se complète là par une série de poudingues (sans doute analogues à ceux de Vitrolles), concordants avec les couches de Fuveau et passant, comme elles, sous le jurassique : on peut voir la superposition très nette en deux points, dans les tranchées de la route de Saint-Zacharie au couvent et dans les grands escarpements, à l'est de Roque-Forcade. En somme, la symétrie de part et d'autre de la Lare est à peu près com-

---

(¹) *Bulletin de la Société géologique,* 3ᵉ série, t. XII, p. 318.

(²) *Comptes rendus,* 13 juin 1887, et *Bulletin de la Société géologique,* t. XV, p. 667.

plète, et une coupe de Saint-Zacharie à la Sainte-Beaume pourrait mériter le nom de *double pli provençal*.

» Mais l'intérêt de ces coupes de la Sainte-Beaume est plus grand que celui d'une analogie possible avec la Suisse. Sur le même versant d'une chaîne, tous les plis sont en général inclinés dans le même sens, et cela doit être s'ils sont le résultat d'un même effort d'ensemble. Dans quels cas peut-il y avoir exception à cette règle, et quelle peut en être la cause? M. Suess, M. Heim, M. Renevier ont proposé de voir cette cause dans une sorte de poussée au vide qui tendrait à rabattre toute falaise verticale sur les champs d'affaissement qu'elle domine. L'explication semble rationnelle et peut suffire pour certains cas simples, comme dans le Jura; mais, quand il s'agit de grands plis couchés où les terrains sont plusieurs fois repliés sur eux-mêmes, comme au Glärnish, quand les couches portent les traces de glissements horizontaux, comme en Provence, la pesanteur évidemment n'est plus une cause suffisante, et il faut une autre explication. Pour la Sainte-Beaume, au moins, cette explication peut se trouver avec certitude et je serais assez tenté de croire qu'elle s'applique d'une manière générale à tous les exemples analogues.

» Le pli anticlinal de la Sainte-Beaume, qui semble s'arrêter brusquement au ravin de Saint-Pons, se poursuit en réalité dans le massif de Tête de Roussargue; c'est là encore un pli couché, mais qui ne laisse plus apparaître en son centre que le bathonien, puis même que les dolomies du jurassique supérieur. Masqué pendant 2^{km} sous les terrains tertiaires du bassin de Marseille, il reparaît auprès de l'Etoile avec toute la retombée étirée des terrains jurassiques et crétacés; on voit là sa direction, qui était est-ouest, s'infléchir vers le nord, puis vers le nord-est; il se poursuit alors sans interruption par le trias de la vallée de l'Huveaunne jusqu'à Saint-Zacharie, où sa direction a tourné de 180°. *L'anticlinal de Saint-Zacharie et celui de la Sainte-Beaume ne sont qu'un seul et même pli*, dont l'arête directrice forme un demi-cercle autour du Plan d'Aups.

» De même le crétacé du Plan d'Aups et celui de Saint-Zacharie se relient d'une manière continue autour du massif de la Lare; *ils ne forment qu'un seul et même pli synclinal* dont l'arête directrice décrit un demi-cercle concentrique au précédent.

» Dans ce double demi-cercle vient en quelque sorte s'emboîter à son tour l'anticlinal de la Lare.

» Les terrains jurassiques déversés qui recouvrent le crétacé au nord de la Sainte-Beaume forment une ceinture qui accompagne le pli anti-

clinal sur tout son parcours, qui tourne avec lui et avec le synclinal crétacé, et ainsi le déversement, quoique toujours dans le même sens par rapport au pli, se fait d'abord vers le nord, puis vers l'est, puis vers le sud. On comprend ainsi comment une coupe dirigée suivant le diamètre commun de ces demi-circonférences donne l'apparence d'un double pli. On comprend en même temps combien l'expression serait inexacte.

» Un exemple géographique bien connu fera mieux comprendre ce qui précède, c'est celui de la ceinture semi-circulaire que forment les Alpes autour de la plaine du Pô; c'est une ceinture analogue que forme le pli de la Sainte-Beaume, avec son demi-tore de terrains déversés, autour du massif de la Lare.

» Nous voilà donc arrivés à préciser une nouvelle anomalie dans la structure de la Provence : certains plis, au lieu d'y affecter l'allure rectiligne, y décrivent des sinuosités très marquées. Mais là encore, comme pour les recouvrements du Beausset, le phénomène, une fois bien constaté en un point, se retrouve en beaucoup d'autres. L'exception apparente devient la règle, et l'on peut résumer dès maintenant la structure de la Provence, avec toutes ses singularités, dans cette formule relativement très simple :

» *La Provence est un pays plissé, où les plis, en gros parallèles à la bordure des Maures, décrivent une série de sinuosités, et où chaque pli anticlinal se déverse sur le synclinal qui lui fait suite au nord.*

» Avec les anciennes idées sur la rectilignité des chaînes, la Provence apparaîtrait donc comme une anomalie étrange, comme un type aberrant dans l'ordre orogénique. Est-il besoin d'ajouter que, là comme toujours, le prétendu type aberrant ne semble tel qu'à cause de nos idées préconçues ? Les chaînes sinueuses et les plis sinueux sont en réalité presque aussi fréquents que les chaînes rectilignes. M. Suess a montré que les Carpathes, les Alpes transylvanes et les Balkans forment une seule et même chaîne dont le contour décrit un grand S renversé. Les Alpes suisses, françaises et liguriennes, l'ensemble de la sierra Nevada et de l'Atlas, la chaîne en partie sous-marine des Antilles, ne fournissent pas des exemples moins frappants. M. Le Cornu pour les plis carbonifères du Calvados, M. Brögger pour les plis siluriens du golfe de Christiania, ont indiqué une allure également sinueuse. Les exemples se multiplieront sans aucun doute avec le progrès des connaissances géologiques ; et il restera à déterminer quelles causes dévient ainsi en certains points les vagues de l'écorce terrestre, et les laissent en d'autres se propager rectilignement. »

PHYSIOLOGIE. — *Influence de la température organique sur les convulsions de la cocaïne.* Note de MM. **P. Langlois** et **Ch. Richet**, présentée par M. A. Richet.

« I. Avant d'établir que la température propre de l'animal modifie profondément les convulsions épileptiformes provoquées par la cocaïne, nous devons d'abord déterminer exactement les divers phénomènes généraux consécutifs à l'intoxication cocaïnique suivant la dose ([1]).

» A une dose de $0^{gr},002$ on voit survenir une très légère agitation, qui s'atténue et finalement disparaît, pour faire place, quand la dose atteint $0^{gr},004$, à un très grand calme qui contraste avec l'agitation primitive; à une dose voisine de $0^{gr},006$, une nouvelle agitation commence. Peu à peu elle devient extrêmement forte, et sa violence va en s'exagérant, à mesure que la dose injectée augmente. L'animal est de plus en plus inquiet, agité, se tournant en tous sens, les yeux hagards, les pupilles énormément dilatées, avec des mouvements violents, incessants et irrésistibles.

En même temps la température, mesurée avec un thermomètre coudé mis à demeure dans le rectum, s'élève très rapidement. Cette ascension thermique est en général de $0°,1$ par minute. Dans un cas elle a atteint le chiffre énorme de $0°,22$ par minute.

» Si l'on continue l'injection de la cocaïne, on voit alors tout d'un coup survenir une forte attaque convulsive, constituée par des secousses cloniques, qui établissent une analogie complète entre cette attaque et une attaque franche d'épilepsie. Il y a des secousses violentes, cloniques, de la tête, du tronc, des membres et des mâchoires. Puis ces secousses s'espacent, diminuent de force, et finalement une période d'épuisement suc-

---

([1]) Tous nos chiffres se rapportent à 1^{kg} du poids de l'animal.

Le sel injecté était du chlorhydrate de cocaïne en solution aqueuse. Il était introduit avec lenteur directement dans une veine. L'expérience a toujours été faite sur les chiens. Pour les effets généraux, sur lesquels nous n'insisterons pas, nos expériences ne diffèrent que par des détails secondaires des expériences de M. Anrep, de M. Grasset, de M. Laborde. Dans deux cas exceptionnels nous avons trouvé une sensibilité anormale à l'action de la cocaïne. Nous n'en tiendrons pas compte dans notre description.

Nous avons constaté que les solutions anciennes de cocaïne sont moins actives que les solutions faites extemporanément, par suite, sans doute, d'une altération de l'alcaloïde dans les solutions aqueuses (transformation en ecgonine.)

cède à cette convulsion. Mais l'animal survit si sa température ne dépasse pas 42°.

» II. Or, si l'on cherche à déterminer la dose qui amène cette attaque, on constate que cette dose est très variable et qu'elle dépend de la température même de l'animal, fait qui n'avait pas été indiqué jusqu'à présent, et qui a une certaine importance en Physiologie générale.

» Le Tableau suivant donne le résultat de nos expériences, faites dans des conditions diverses d'échauffement ou de refroidissement de l'animal, ce qui explique les différentes températures observées; on verra combien est nette cette influence prépondérante de la température sur la dose de cocaïne nécessaire pour amener des convulsions. Les chiffres expriment les moyennes.

Dose convulsive minimum de cocaïne.	Température du chien au moment des convulsions.	Nombre d'expériences.
$0^{gr},040$ et au-dessus	38°,35	2
De $0^{gr},030$ à $0^{gr},040$	39,20	4
De $0^{gr},025$ à $0^{gr},030$	40,00	4
De $0^{gr},020$ à $0^{gr},025$	40,30	6
De $0^{gr},015$ à $0^{gr},020$	41,40	8
De $0^{gr},010$ à $0^{gr},015$	41,60	2
De $0^{gr},005$ à $0^{gr},010$	43,00	2
Moyenne générale : $0^{gr},02$ ..	40,55	28

» Ainsi, plus la température de l'animal est élevée, plus la dose nécessaire aux convulsions est faible. Tout se passe comme si l'élévation de la température organique rendait le chien de plus en plus apte à la convulsion, en surexcitant les propriétés toxiques, c'est-à-dire chimiques, du poison sur les centres nerveux.

» Les deux expériences suivantes indiquent bien cette influence :

» Un chien est mis dans un bain chaud, jusqu'à ce que sa température s'élève à 42°,40. Alors, on injecte dans sa veine $0^{gr},0085$ de cocaïne. Aussitôt apparaissent de violentes convulsions cloniques. Le lendemain, ce même chien est mis dans un bain froid et refroidi à 31°. On lui injecte $0^{gr},04$ de cocaïne sans déterminer de convulsions cloniques. Alors on le réchauffe, en le mettant dans un bain chaud. Sans nouvelle injection de cocaïne, quand sa température atteint 39°,25, il est pris de très fortes convulsions cloniques.

» Un petit chien, dont la température est portée à 42°,70, a des convulsions cloniques à une dose de $0^{gr},0128$. Le lendemain, sa température étant de 39°,50, les convulsions cloniques ne surviennent qu'à la dose de $0^{gr},020$.

» Si la température de l'animal n'atteint pas 39°, ce ne sont pas des convulsions cloniques qui apparaissent, mais bien toniques, caractérisées par une extension modérée du cou, avec extension de tous les membres et rejet de la tête en haut et en arrière. Dans treize expériences nous avons noté l'apparition des convulsions toniques. La dose moyenne de cocaïne injectée était de $0^{gr},02$, comme dans le cas des convulsions cloniques; mais la température moyenne était de 38°,80 au lieu d'être de 40°,55.

» III. Ainsi, d'une part la cocaïne élève la température avant de provoquer des convulsions. D'autre part, cette élévation thermique est une cause adjuvante des convulsions. Les convulsions à leur tour élèvent la température encore; ce qui rend ces mêmes convulsions de plus en plus violentes.

» Il y a donc là comme un cercle vicieux qu'il faut briser, sous peine de voir périr l'animal. Or le seul moyen d'empêcher sa mort, c'est de le refroidir. Si l'on refroidit un chien qui a reçu une forte dose de cocaïne, $0^{gr},05$ par exemple, on parvient presque toujours à le sauver; mais, si on ne le refroidit pas, il meurt, non pas seulement parce qu'il est hyperthermique, mais encore parce que les convulsions vont en s'exagérant avec l'accroissement de sa température, et parce qu'à dose modérée, $0^{gr},02$, quand l'hyperthermie dépasse 43°, la cocaïne amène bientôt l'arrêt du cœur et de la respiration.

» Ce même cercle vicieux redoutable existe sans doute dans beaucoup de maladies où les auto-intoxications jouent un rôle si important. La température fébrile accroît la sensibilité de l'organisme aux poisons, et l'empoisonnement de l'organisme est lui-même une cause d'élévation de la température.

» La réfrigération semble donc être une méthode générale apte à diminuer les effets des substances toxiques convulsivantes ([1]). »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Recherches sur les troubles oculaires dans le tabes dorsal*. Note de M. **Émile Berger**, présentée par M. Brown-Séquard.

« Les recherches que j'ai faites depuis quelques années, en Autriche, sur les troubles oculaires causés par le tabes dorsal, et que j'ai terminées à Paris, m'ont conduit à des résultats nouveaux.

([1]) Travail du laboratoire de Physiologie de la Faculté de Médecine de Paris.

» Mes recherches ont été faites sur 109 malades, parmi lesquels 47 pour 100 étaient syphilitiques. 26 de ces malades étaient dans la période pré-ataxique, 50 dans la période ataxique et 33 dans la période paralytique.

» Parmi les symptômes jusqu'ici non décrits, c'est la *diminution de la tension intra-oculaire* qui m'a frappé surtout et qui allait des degrés les plus variés jusqu'à une faible résistance du globe oculaire. Dans deux cas seulement, j'ai pu constater une hypertonie, mais elle s'était déjà développée avant le commencement du tabes.

» Parmi les faits d'hypotonie considérable, ce phénomène s'est présenté d'un *seul côté* dans 2 des cas de la période pré-ataxique, dans 11 des cas de la période ataxique et dans 11 aussi des cas de la période paralytique. Le phénomène s'est présenté des deux côtés dans 4 cas dans la période pré-ataxique et également dans les périodes ataxiques et paralytiques. Par conséquent, l'*hypotonie s'est montrée le plus souvent dans la période paralytique et a été plus rare dans la première période* (*la pré-ataxique*).

» Un autre symptôme jusqu'ici peu observé est une paralysie des fibres musculaires lisses des paupières, qui sont animées par le grand sympathique; elle a comme conséquence un *léger rétrécissement de l'ouverture palpébrale*. M. Jacobson est le seul qui en ait fait mention comme d'un symptôme accidentel, qui accompagne la myosis des tabétiques. J'ai trouvé ce rétrécissement de l'ouverture palpébrale dans 42 cas (en ne comptant pas les cas de paralysie de la troisième paire de nerfs) : dans 17 de ces cas d'un seul côté (3 dans la période pré-ataxique, 6 dans l'ataxique, 8 dans la paralytique). Dans 25 de ces cas, elle était des deux côtés (3 fois dans la première période, 9 dans la deuxième et 13 dans la troisième).

» La *myosis* coexistait avec la diminution de l'ouverture palpébrale : chez les sujets atteints d'un seul côté, 6 fois; chez les sujets atteints des deux côtés, 11 fois.

» Quant à la *fréquence* de cette légère chute de la paupière, elle *s'augmente progressivement du commencement jusqu'à la période paralytique.*

» Un autre symptôme, jusqu'ici inconnu, est la *déformation de la pupille* des tabétiques qui, fréquemment, cesse d'être circulaire. Souvent elle est *elliptique;* son grand diamètre était dirigé de dehors en dedans et de bas en haut, symétriquement des deux côtés (14 fois); plus rarement le grand diamètre était transversal (11 fois) ou suivant d'autres directions. En tout,

j'ai trouvé 32 cas dans la période pré-ataxique, 20 dans l'ataxique, 5 dans la paralytique, dans lesquels la forme de la pupille différait considérablement de la forme circulaire; presque tous étaient combinés à la myosis.

» Ce phénomène s'oppose très fortement à l'opinion que la myosis des tabétiques dépend d'une contraction spasmodique du muscle sphincter de l'iris. Elle me paraît due à une paralysie des vaisseaux de l'iris, paralysie inégale dans les divers méridiens; mais la myosis coexistant très souvent avec une paralysie du muscle de l'accommodation, il était incompréhensible, à cause du voisinage d'origine des fibres nerveuses des deux muscles intra-oculaires et de leur trajet commun, que l'un d'eux fût pendant des années dans un état actif, alors que l'autre était paralysé.

» La coexistence de la myosis, de la diminution de la tension intra-oculaire et du rétrécissement léger de l'ouverture palpébrale rappelle les symptômes analogues qui apparaissent après la section du grand sympathique. Elle démontre que ce nerf joue un rôle dans l'apparition de certains symptômes oculaires dans le tabes. Il faut mentionner que les élèves de M. Vulpian ont déjà trouvé des altérations anatomo-pathologiques dans le grand sympathique des tabétiques.

» Mais la possibilité que chacun de ces symptômes se présente seul est une preuve que *le grand sympathique n'est pas la cause, mais la voie de transmission d'irritations venant de la moelle épinière à l'œil.* »

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur les conséquences tardives de l'infection.* Note de M. **Charrin**, présentée par M. Bouchard.

« En Pathologie expérimentale, nous connaissons surtout les effets immédiats des maladies infectieuses, ceux qui se développent pendant que le microbe se multiplie et fonctionne dans le corps de l'animal. Nous connaissons moins bien les conséquences tardives des affections parasitaires, celles qui se rattachent directement à l'infection, mais qui ne se manifestent qu'à une époque où, depuis longtemps, l'agent microbien a disparu. Cela tient à ce que, pour des raisons diverses, on ne conserve pas très longtemps dans les laboratoires les animaux qui semblent revenus à la santé; cela tient également à ce que la plupart des maladies infectieuses expérimentales se terminent promptement par la mort.

» Il est cependant possible, surtout à l'aide des vaccins, de conférer à des animaux une résistance telle que le microbe pathogène inoculé

ne provoque plus qu'une affection aboutissant à une guérison au moins apparente.

» J'ai déjà signalé les paralysies déterminées chez le lapin par le bacille pyocyanique. Si, avant l'inoculation intra-veineuse, le lapin a été vacciné, ces paralysies, que les produits solubles sont, comme le bacille, capables de reproduire, n'apparaîtront pas ou n'apparaîtront que tardivement, deux, trois mois après l'inoculation. Or, si, à ce moment, on recherche, dans le système nerveux ou les muscles, le microbe pathogène, on ne le décèlera ni par l'examen histologique ni par la culture. Il est, au contraire, aisé de le retrouver dans la moelle, si on le recherche dans les quatre ou cinq jours qui suivent l'injection intra-veineuse.

» On ne saurait donc invoquer pour expliquer les résultats négatifs ultérieurs un vice de technique. Le microbe a réellement existé à un moment donné dans le système nerveux du lapin inoculé; il a disparu, et ce que l'on constate, ce sont les troubles fonctionnels des cellules nerveuses irritées à une certaine période par le microbe lui-même ou par ses sécrétions.

» Dans une autre expérience, j'ai pu garder, grâce à une vaccination partielle préalable, un lapin pendant onze mois. Pendant ces onze mois, par trois fois, en avril, juillet et novembre 1887, ce lapin a reçu dans les veines des doses de culture pure du bacille pyocyanique suffisantes pour faire mourir en deux ou trois jours des animaux témoins. Immédiatement après chaque inoculation, on retrouvait dans l'urine du lapin en expérience le bacille pathogène, si facile à mettre en évidence; puis, au bout d'un certain temps, on cessait de le retrouver. Du 13 janvier au 14 mars 1888, ce bacille a été inutilement recherché. Au moment de la mort (14 mars 1888), on a ensemencé des bouillons avec tous les viscères; dans aucun tube, dans aucun ballon, la pyocyanine ne s'est formée : ce microbe était donc absent. Or, dans les derniers mois, le lapin observé a eu une albuminurie progressive, dont le début remontait aux injections intra-veineuses de culture, et à l'autopsie on a trouvé les reins scléreux, granuleux, avec altérations épithéliales et dégénérescence amyloïde considérable; de plus, le ventricule gauche était hypertrophié. Comme on sait, par de nombreuses expériences, que le bacille pyocyanique, par lui-même ou ses produits, engendre des néphrites, il est permis de conclure que cette néphrite chronique se rattachait directement à la présence nettement établie, à une époque connue, de l'agent infectieux dans le sang et l'urine du lapin; que cet agent infectieux avait disparu, la culture l'a prouvé, mais que les cellules

lésées par lui ou ses sécrétions avaient continué à évoluer dans un sens pathologique. Le microbe n'existait plus, l'altération cellulaire s'était poursuivie, comme cela se voit dans les infections ou les intoxications de la pathologie humaine.

» On peut, à un moment donné, supprimer le plomb ou l'alcool, on n'arrête pas pour cela la marche de la sclérose. Une scarlatine est achevée, une diphtérie prend fin, et l'on voit s'établir une néphrite, une paralysie. »

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur les caractères des cultures du* Cladothrix dichotoma *Cohn*. Note de M. **E. Macé**.

Le *Cladothrix dichotoma* est une bactérie filamenteuse abondante dans les eaux douces ou saumâtres, surtout dans les eaux stagnantes.

» Dans les cultures sur plaques de gélatine, faites avec de l'eau qui en renferme, les colonies apparaissent tardivement, vers le quatrième ou cinquième jour, comme de très petits points jaunâtres, entourés d'une auréole brune qui se perd dans la gelée ambiante. Cette auréole, qui peut atteindre de 1^{mm} à 2^{mm}, les fait facilement reconnaître : peu d'espèces de bactéries en offrent une semblable. Les colonies qui restent dans la gelée gardent leurs minimes dimensions primitives. Celles qui atteignent la surface y forment un petit bouton brunâtre, quelquefois recouvert d'une efflorescence blanche. L'auréole brune a foncé en couleur et s'est un peu élargie. Autour de la colonie se montre une dépression, et la gélatine se liquéfie lentement.

» En inoculant en piqûre un tube de gélatine avec une parcelle de ces colonies ainsi isolées, on obtient une mince couche grisâtre qui liquéfie lentement la gelée. Cette culture tombe au fond du liquide, qui est toujours resté limpide, et se développe alors en grosses masses floconneuses, comme dans le bouillon. La gelée a pris, dès le début, une teinte brune; le liquide produit par sa transformation est coloré en brun foncé, parfois en brun noir.

» Sur gélose en étuve vers 35°, on observe en peu de temps la formation d'une peau assez épaisse, luisante, très adhérente au substratum, de telle sorte que, lorqu'on en prélève une parcelle, il faut emporter un morceau de gelée. Ces colonies ont une grande tendance à former des cercles; elles présentent souvent des plis convergeant régulièrement vers le centre; la même tendance se retrouve dans les cultures dans le bouillon. Ces mem-

branes se recouvrent parfois d'une efflorescence grisâtre, sèche, très friable. La gelée est fortement colorée en brun.

» Dans le bouillon, il se forme de légers flocons blanchâtres, où la disposition radiaire des éléments est évidente. Ces flocons grandissent vite en étuve; ils peuvent atteindre plus de 1^{cm} de diamètre. Le liquide reste clair et prend une teinte brune.

» Toutes les cultures dégagent une odeur de moisi très intense.

» Sur les filaments de ces cultures, on peut observer une véritable ramification. Sur le côté d'un filament large de $0^{\mu},5$ à peu près, apparaît une petite hernie qui est l'indice du rameau latéral. Ce bourgeon grandit et donne un prolongement cylindrique, de même largeur que le filament mère, et qui reste exactement perpendiculaire à lui tant qu'il n'a pas atteint une assez grande longueur. Sur un même filament, il est fréquent d'observer toute une série de ces rameaux latéraux à différents états de développement, et de suivre ainsi une partie des transformations, depuis le simple bourgeon latéral jusqu'à une branche qui a déjà atteint 4^{μ} ou 5^{μ} de longueur. Il ne semble pas y avoir de règle fixe pour la disposition des rameaux sur le filament. J'en ai souvent observé d'un côté seulement; d'autres fois des deux côtés, en alternance irrégulière. En grandissant, ces rameaux se rapprochent du filament mère, avec lequel ils ne forment plus qu'un angle aigu. C'est alors qu'ils se séparent à la base par une cloison et paraissent, pour un observateur qui n'en a pas suivi le développement, n'être que simplement accolés les uns aux autres, formant une fausse ramification qui peut simuler une dichotomie.

» Le *Cladothrix dichotoma* paraît être une bactérie saprophyte inoffensive pour l'homme et les animaux qui en absorbent de grandes quantités avec l'eau de boisson. Il est très probable qu'on doit lui réserver une grande part dans la formation des concrétions calcaires qui se déposent dans les tuyaux de conduite de certaines eaux, et peuvent en diminuer considérablement le diamètre. La bactérie se fixe aux parois et détermine autour de ses très longs filaments la précipitation des sels de chaux de l'eau, de la même manière que le *Leptothrix buccalis* occasionne la précipitation des sels calcaires de la salive et la formation du tartre dentaire. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur l'action chimique et les altérations végétatives du protoplasma.* Note de M. **A.-P. Fokker** (de Groningue).

« Dans les *Comptes rendus* du 13 juin 1887, j'ai démontré que le protoplasma d'un animal récemment tué, mis à l'abri de microbes, dans une solution de sucre ou d'amidon et mis à digérer à l'étuve, change le sucre en acide, l'amidon en sucre et que ces altérations chimiques s'accomplissent sans l'intermédiaire de microbes.

» En outre, dans les *Comptes rendus* du 16 août 1887, j'ai communiqué que des globules du sang, digérés dans un milieu nutritif, légèrement acide, subissent des changements très remarquables et donnent naissance à une espèce de végétation, à laquelle j'ai donné le nom d'*hématocytes*.

» En poursuivant mes expériences, j'ai trouvé que le chloroforme, qui, comme on sait, supprime le développement des microbes, mais n'agit pas sur les ferments dits *non organisés*, est un moyen très sûr pour prouver, d'une part, l'absence de microbes dans les actions du protoplosma; d'autre part, que la formation d'hématocytes est une végétation et non, comme on l'a prétendu, une coagulation.

» Qu'on prenne à un animal récemment tué un morceau de protoplasma quelconque, qu'on le mette dans une solution de sucre ou d'amidon, en ajoutant un peu de chloroforme, qu'on mette à digérer à l'étuve à 37°, on trouvera, après quelques jours, que dans la solution de sucre il s'est formé de l'acide, que dans la solution d'amidon il s'est formé du sucre, et, quoiqu'on ait totalement omis les précautions aseptiques, les microbes font défaut.

» Qu'on mêle dans une éprouvette deux ou trois gouttes de sang, provenant d'une piqûre de son propre doigt à 5^{cc} d'une solution non neutralisée d'extrait de viande, d'un quart pour 100, et qu'on laisse digérer à l'étuve à 50°, après quelques heures, il se sera produit des hématocytes.

» Mais ces hématocytes ne se produiront pas si l'on a ajouté quelques gouttes de chloroforme.

» Ces expériences prouvent que le protoplasma joint à la propriété de produire des fermentations celle de subir des altérations végétatives et corroborent l'opinion, que j'ai déjà exprimée, que la formation d'hématocytes est un exemple d'hétérogénèse. »

BOTANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur le produit des laticifères, des* Mimusops *et des* Payena *comparé à celui de l'*Isonandra gutta *Hook*. Note de MM. **Édouard Heckel** et **Fr. Schlagdenhauffen**, présentée par M. A. Chatin.

« La question de l'approvisionnement industriel en gutta-percha restant toujours pendante en face de la destruction imminente des forêts d'*Isonandra gutta*, il nous a paru utile, après avoir fait connaître la valeur importante du latex concrété du *Bassia Parkii* (*Comptes rendus*, 1885), de porter notre attention sur les substances similaires provenant du latex des *Mimusops* et des *Payena*, produits qui ont été récemment indiqués comme capables de remplacer ceux de l'*Isonandra* (Pierre, *Bulletin de la Société linnéenne de Paris*, nos 46 et suiv., 1885).

» Les gutta nouvelles que nous avons examinées provenaient de *M. Schimpieri* et *M. Kummel* Hochot, et d'une façon générale du genre *Payena*, sans que nous puissions fixer les espèces mises en cause.

» *Description des produits naturels*. — La première gutta venait d'Abyssinie (celle des *Mimusops*) et avait l'aspect d'une masse dure, brun sale, en forme de pain, se rayant à l'ongle, se ramollissant un peu dans la main et y adhérant légèrement. La seconde (des *Payena*) venait des îles de la Sonde sous forme de sphères (150gr à 200gr), se rayant facilement à l'ongle, se ramollissant à la main et y adhérant assez fortement; couleur blanchâtre remarquable.

» Examen chimique : *Gutta des* Mimusops. — Un premier traitement par l'eau bouillante et une incinération de la matière première nous permettent de reconnaître que cette gutta est composée de 72,56 pour 100 de matière organique et de 27,44 de cendres.

» La matière organique glutineuse et élastique présente quelque analogie d'aspect avec la gutta ordinaire, mais est douée d'une élasticité considérable et reste excessivement adhésive. Mélangée à mi-partie de gutta d'*Isonandra*, elle a permis à MM. Berger-Levrault de prendre des moules de clichés en taille-douce destinés à la confection des galvanos.

» Cette substance se différencie nettement de la gutta ordinaire par ce fait que l'alcool en dissout 42 pour 100. La solution dans l'alcool bouillant, incolore, laisse déposer une substance blanche mamelonnée qu'on peut avoir d'un blanc de neige après plusieurs reprises par l'alcool bouillant. Ce composé est soluble dans les alcools méthylique et ordinaire,

l'acétone, la benzine, le chloroforme, l'éther de pétrole, l'éther sulfurique et le sulfure de carbone.

» Il ne se dissout pas dans la potasse et ne fournit pas de produit de dédoublement par l'action de la potasse en fusion. L'acide nitrique l'attaque très vivement et donne lieu, entre autres, à un *corps cristallisé* (encore à l'étude), à de l'acide oxalique, à de l'acide picrique.

» Sa composition répond à la formule C^5H^8O ou $C^{20}H^{32}O^4$.

» Cette substance peut être considérée comme un produit d'oxydation de l'*albane* ($C^{20}H^{32}O^4$) contenue dans la gutta d'*Isonandra*, mais elle en diffère par ses propriétés chimiques; de plus, elle ne possède aucun des caractères de la *fluavile* ($C^{20}H^{32}O$) qui accompagne l'albane dans la même gutta ordinaire.

» La gutta de nos *Mimusops* ne contient que la résine amorphe (dans la proportion de 42 pour 100), dont nous venons de donner les propriétés. Le reste, c'est-à-dire les 58 pour 100 de matière insoluble dans l'alcool, constitue un corps d'un brun foncé dont l'aspect et les propriétés se confondent avec ceux de la gutta ordinaire.

» Notre gutta peut donc être représentée de la manière suivante, en rapprochant sa composition de celle de l'*Isonandra* :

Mimusops.	Pour 100	*Isonandra.*	Pour 100
Gutta....................	48,20	Gutta...............	75 à 82
Résine amorphe (produit d'oxydation de l'*albane*).	42,80	Albane................	19 à 14
Sels fixes................	9,80	Fluavile..............	6 à 4

» *Gutta des* Payena (des îles de la Sonde). — En traitant la substance par l'alcool bouillant, qui en dissout 70 pour 100, puis l'extrait qui en provient, par l'éther de pétrole, on en sépare une partie poisseuse soluble dans ce véhicule et des cristaux soyeux presque incolores.

» Ces cristaux sont solubles dans l'alcool, l'éther, le chloroforme, la benzine, le sulfure de carbone. Sans action sur le tournesol, ils fondent à 65° et donnent, par refroidissement, un vernis dur et transparent. Ils résistent à l'action de la potasse fondue; l'acide sulfurique les colore en jaune brun passant au violet. L'acide azotique les attaque vivement à chaud sans donner ni de l'acide oxalique, ni de l'acide picrique. Leur formule est $C^5H^{10}O$.

» La matière poisseuse sus-indiquée se trouve dans les eaux mères des cristaux; elle est d'une composition chimique à peu près identique à

celle du produit cristallisé, mais elle renferme beaucoup plus d'oxygène.

» La matière qui reste après l'épuisement du produit brut par l'alcool possède toutes les qualités d'un excellent caoutchouc. La gutta jaune pâle des *Payena* n'est donc qu'un mélange de *caoutchouc* (30 pour 100) et de *deux résines,* dont l'une cristalline et l'autre poisseuse.

» *Conclusions.* — En résumé, les produits de nos *Mimusops* d'Abyssinie se rapprochent un peu, par leur composition et leurs propriétés, de la gutta d'*Isonandra,* mais ne sauraient être employés seuls : il faut les mélanger à cette dernière pour avoir un produit utilisable industriellement.

» Par contre, les produits des *Payena* (des îles de la Sonde) semblent se confondre davantage, par leur composition et leurs propriétés chimiques, avec les caoutchoucs.

» Il convient donc, dans la propagation projetée des arbres à gutta-percha, de s'adresser, jusqu'à ce qu'on ait trouvé mieux, à l'*Isonandra gutta.* »

M. de **Rouville** adresse, par l'entremise de M. Hébert, une deuxième Note complémentaire sur les terrains paléozoïques de l'Hérault.

M. **Ach. Bracher** adresse, par l'entremise de M. le Ministre de l'Instruction publique, une Note relative à l'aérostation.

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures trois quarts. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 28 mai 1888.

(*Suite.*)

Les Insectes vésicants; par H. Beauregard. Paris, Félix Alcan, 1888; 1 vol. gr. in-8°. (Renvoi au concours de Physiologie expérimentale.)

Notice sur les titres et les travaux scientifiques de M. A. d'Arsonval. Paris, 1888; br. in-4°. (Renvoi au concours précédent.)

Sur les causes des courants électriques d'origine animale, dits courants de repos. Note de M. A. d'Arsonval. (Renvoi au concours précédent.)

Recherches sur la pénétration ou la sortie des gaz dans les plantes; par M. Mangin. Mémoire manuscrit. (Renvoi au concours précédent.)

1° *Recherches sur l'atmosphère interne des plantes.* 2° *De l'action toxique et physiologique de l'hydrogène sulfuré sur les animaux; par* M. J. Peyrou. (Renvoi au concours précédent.)

Sur les rapports entre la constitution chimique et les réactions biologiques des substances inorganiques; par le Dr J. Blache. Mémoire manuscrit. (Renvoi au concours précédent.)

Détermination de l'action électromotrice du cœur de l'homme; par le Dr Augustus D. Waller. Mémoire manuscrit. (Renvoi au concours précédent.)

Ouvrages reçus dans la séance du 4 juin 1888.

Sur l'éclairage artificiel et la mesure de la clarté; par M. Mascart; br. gr. in-8°.

Lettres sur divers points d'histoire des Mathématiques; par M. Charles Henry. Paris, Gauthier-Villars; br. in-f°.

Résultats statistiques du dénombrement de 1886 *pour la ville de Paris et le département de la Seine, et renseignements relatifs aux dénombrements antérieurs.* Paris, G. Masson, 1887; 1 vol. in-4°.

Bibliothèque de l'École des Hautes Études, publiée sous les auspices du Ministère de l'Instruction publique. — Section des Sciences naturelles, tome XXXV. Paris, G. Masson, 1887; 1 vol. gr. in-8°. (Deux exemplaires.)

Recherches pour servir à l'histoire naturelle des végétaux inférieurs; par J. de Seynes. II. *Polypores.* Paris, G. Masson, 1888; br. in-4°.

Chirurgie du pied; par le Dr Albert Blum. Paris, Asselin et Houzeau, 1888; 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. Richet.)

Mémoires de Chirurgie. Tome cinquième : *Commotion, contusion, tétanos, syphilis et traumatisme; par* le Dr A. Verneuil. Paris, G. Masson, 1888; 1 vol. gr. in-8°.

Dimostrazione della trascendenza del numero Π; per M. Martone. Napoli, 1888; br. in-8°.

Nota ad una dimostrazione di un celebre teorema del Fermat; per M. Martone. Napoli, 1888; br. in-8°.

Bullettino di Bibliografia e di Storia delle Scienze matematiche e fisiche pubblicato da B. Boncompagni. Tomo XX, settembre 1887. Roma, tipografia delle Scienze matematiche e fisiche, 1887; br. in-4°.

Memorie della Società degli Spettroscopisti italiani, raccolte e pubblicate per cura del prof. P. Tacchini. Dispensa 3ª. Vol. XVII. Marzo 1888. Roma, tipografia eredi Botta, 1888; br. in-4°. (Deux exemplaires.)

Atti della R. Accademia delle Scienze di Torino, vol. XXIII, disp. 9ª e 10ª, 1887-88. Torino, Ermanno Loescher; 2 br. in-8°.

Annals of Mathematics. Vol. IV, february 1888, nº I. Charlottesville, Va; br. in-4°.

Memoirs of royal astronomical Society. Vol. XLIX, Part. I. London, 1888; 1 vol. in-4°.